



Universidad Veracruzana

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

**Campus Tuxpan**

---

---

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**PRODUCCIÓN Y DESCOMPOSICIÓN DE LA  
HOJARASCA DEL MANGLAR Y ABUNDANCIA DE  
PENEIDOS EN LA CIÉNEGA DE TUXPAN, VERACRUZ**

**TESIS**

Que para obtener el título de:  
**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS  
Y COSTEROS**

**P R E S E N T A:**

**Esmeralda Martínez Cortés**

**Director:**  
**Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz**

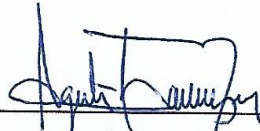
**Asesor:**  
**Dr. Ascención Capistrán Barradas**

Tuxpan, Veracruz

Marzo, 2018

La presente tesis titulada: **“Producción y descomposición de la hojarasca del manglar y abundancia de peneidos en La Ciénega de Tuxpan, Veracruz”**, realizado por la C. Esmeralda Martínez Cortés, bajo la dirección del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz y asesorada por el Dr. Ascención Capistrán Barradas, ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha de examen para obtener el grado de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**



---

**MTRO. AGUSTÍN DE JESÚS BASÁÑEZ MUÑOZ**

**DIRECTOR**



---

**DR. ASCENCIÓN CAPISTRÁN BARRADAS**

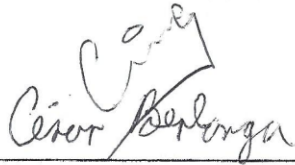
**ASESOR**

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver. Marzo de 2018.

La presente tesis titulada: "Producción y descomposición de la hojarasca del manglar y abundancia de peneidos en La Ciénega de Tuxpan, Veracruz", realizada por la C. Esmeralda Martínez Cortés, bajo la dirección del Mtro. Agustín de Jesús Basáñez Muñoz, ha sido aprobada y aceptada para poder llevar a cabo la solicitud de fecha de examen para obtener el grado de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**

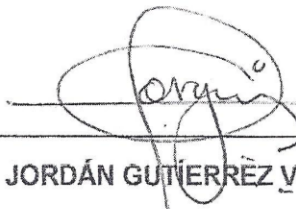
**COMISIÓN LECTORA**



---

**DR. CÉSAR ALEJANDRO BERLANGA ROBLES**

**LECTOR**



---

**MTRO. JORDÁN GUTIÉRREZ VIVANCO**

**LECTOR**



---

**MTRO. MIGUEL ÁNGEL CRUZ LUCAS**

**LECTOR**

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver. Marzo de 2018.

# *Dedicatoria*

*A Dios por darme la fortaleza para seguir adelante.*

*A mis hijos, mi madre, hermano y a mi esposo.*

## AGRADECIMIENTOS.

Mi más sincero e infinito agradecimiento a mi director de tesis el Mtro. Agustín de Jesús Basáñez, por el tiempo y la paciencia durante el desarrollo de esta investigación. Así como también a mi asesor el Dr. Ascención Capistrán por el tiempo y apoyo brindado.

A los miembros de la comisión revisora, Mtro. Jordan Gutiérrez Vivanco y al Mtro. Miguel Ángel Cruz Lucas por sus contribuciones y asistencia durante el desarrollo del presente trabajo y de manera especial al Dr. Cesar A. Berlanga Robles, por las valiosas observaciones para una mejor aplicación de los métodos estadísticos empleados.

A la beca otorgada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a través de la cual se pudo llevar a cabo la presente investigación. Así como a todos los catedráticos de la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros, por los conocimientos transmitidos.

Al Dr. Jorge Luis Chagoya Fuentes, por su ayuda en la elaboración del mapa del área de estudio, al Biol. Moisés Chávez Aguiar por su asesoría en la identificación de los camarones.

A mis compañeras y amigas que siempre me apoyaron y a todas las personas que hicieron que este trabajo fuera posible, infinitamente gracias.

## RESUMEN

Se estudió la relación entre la producción y descomposición de la hojarasca del manglar y la abundancia de peneidos en la Ciénega Tuxpan, Veracruz. La producción mensual de *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* se determinó en tres sitios de muestreo, con relación a la hojarasca producida, se encontraron diferencias entre los meses de muestreo, la mayor producción se registró en temporada de lluvias (159.3 g/m<sup>2</sup>/mes), siendo *Rhizophora mangle* la especie más productiva. Fue estudiada la descomposición de la hojarasca en bolsas sumergidas en el agua y sobre el suelo del manglar, los datos de descomposición se ajustaron al modelo simple exponencial, se reportan diferencias significativas en los factores tiempo y sustrato ( $P < 0.05$ ;  $P = 0.000003$ ), así como la interacción entre ambos ( $P = 0.0144$ ), esto sugiere que el sustrato y el tiempo determinan el proceso de descomposición. Se tomaron parámetros físico-químicos del agua (temperatura, pH, salinidad y O.D), de acuerdo al análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS), el sitio 1 y 2 presentaron valores similares de pH y salinidad, fue el sitio 1 donde se registraron las mayores tallas, el sitio 2 la mayor producción, peso de organismos, descomposición en suelo y O.D., para el sitio 3 la mayor abundancia, temperatura y descomposición en agua. La abundancia de peneidos se estimó a partir de muestreos con arrastres con una red de media luna, se registraron dos especies para la zona de estudio (*F. Aztecus* y *L. setiferus*). El mayor pico de abundancia de postlarvas y juveniles se presentó en mayo y las mayores tallas en diciembre, se encontraron diferencias entre la abundancia y los sitios de muestreo ( $P = 0.0485$ ). Por último, se establecieron correlaciones significativas ( $P = 0.0089$ ) entre la descomposición de la hojarasca en agua y la abundancia de peneidos, así como entre la descomposición en agua y tallas de juveniles ( $P = 0.0022$ ).

**Palabras clave:** *Producción primaria, descomposición de hojarasca, camarones peneidos, interacción manglar-camarones.*

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
I. INTRODUCCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
2.1 Producción de hojarasca.....	5
2.2 Degradación de la hojarasca.....	7
2.3 Importancia de los manglares en la zona costera.....	9
III. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general.....	13
3.2 Objetivos particulares.....	13
IV. ÁREA DE ESTUDIO.....	14
V. MATERIALES Y METODOS.....	17
5.1 Producción de la hojarasca.....	17
5.2 Descomposición de la hojarasca.....	17
5.3 Colecta de postlarvas y juveniles de camarón.....	18
5.4 Parámetros fisicoquímicos del agua.....	19
5.5 Análisis estadísticos.....	20
VI. RESULTADOS.....	22
6.1 Producción de hojarasca.....	22
6.2 Descomposición de hojarasca.....	28
6.3 Abundancia y tallas de camarones peneidos de <i>Farfantepenaeus aztecus</i> y <i>Litopenaeus setiferus</i> .....	31
6.4 Medición de los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto) con la degradación de la hojarasca y la abundancia de peneidos).....	35
6.5 Producción y descomposición de la hojarasca y abundancia y talla de postlarvas y juveniles de camarón.....	36

<b>VII.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>IX.</b>	<b>APLICACIÓN PRACTICA DEL TRABAJO.....</b>	<b>53</b>
<b>X.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>XI.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXOS</b>	



## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1.Localización geográfica de la Ciénega, Tuxpan, Veracruz, México .....	16
Fig. 2.Producción mensual de hojarasca para <i>Rhizophora mangle</i> .....	22
Fig.3. Producción mensual de hojarasca para <i>Avicennia germinas</i> .....	23
Fig.4. Producción mensual de hojarasca para <i>Laguncularia racemosa</i> .....	24
Fig.5. Variación de la producción mensual de hojarasca para <i>R. mangle</i> , <i>A. germinans</i> y <i>L. racemosa</i> .....	25
Fig.6. Producción de hojarasca en peso húmedo (g) por temporadas climáticas. ....	26
Fig.7. Producción de hojarasca peso húmedo (g) Sitio por Temporadas.....	27
Fig.8. Producción de hojarasca en los sitios de muestreo por especie.....	28
Fig.9. Degradación de la hojarasca peso seco (g) en los sitios de muestreo agua y suelo.....	29
Fig.10. Descomposición de la hojarasca (g) en el sitio de muestreo agua a lo largo del tiempo transcurrido y su ecuación simple exponencial con el valor de $R^2$ asociado.....	30
Fig.11. Descomposición de la hojarasca (g) en el sitio de muestreo suelo a lo largo del tiempo transcurrido y su ecuación simple exponencial con el valor de $R^2$ asociado.....	31
Fig.12. Abundancia de peneidos por sitios de muestreo.....	32
Fig.13. Abundancia de camarones peneidos por temporada.....	33
Fig.14. Tallas (cm) de camarones peneidos por Sitio de muestreo.....	34
Fig.15. Tallas (cm) de camarones peneidos por Temporada de muestreo.....	35
Fig.16. Registró de variables y parámetros físico-químicos.....	36
Fig.17. Correlación de Spearman entre descomposición en el sitio agua y abundancia de peneidos.....	37
Fig.18. Correlación de Spearman entre descomposición de la hojarasca en sitio suelo y talla de juveniles.....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación con Análisis factorial para efectos principales y sus interacciones sobre la producción de hojarasca entre sitios, temporadas y especies. ....25

Cuadro 2. Comparación con Anova de medidas repetidas para efectos principales y sus interacciones sobre la descomposición de hojarasca entre sustrato y tiempo.....28

## I. INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas altamente productivos, ricos, complejos y diversos que se desarrollan en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983). Su vegetación está constituida por asociaciones de árboles o arbustos llamados mangles los cuales son tolerantes a la salinidad y a los sustratos inestables y pueden establecerse en zonas costeras y ribereñas con influencia mareal (Tomlinson, 1986).

Los manglares son especies vegetales que poseen múltiples valores ecológicos, económicos y sociales (Bandaranayake, 1998; Holguín y Bashan 2007; CONABIO, 2009). Entre los atributos ecológicos más importantes esta la producción de hojarasca, detritus y compuestos orgánicos, que son fuente de alimento de gran cantidad de organismos marinos (Snedaker y Getter, 1985; Vanuccci, 2004).

Los manglares son considerados uno de los pilares más importantes en el mantenimiento de la riqueza biológica de los ecosistemas marinos y constituyen la base en el sostenimiento de las pesquerías, su función como hábitat, sitios de crianza, zonas de protección, alta productividad y disponibilidad de alimentos, son algunas de las innumerables funciones que poseen los manglares como fuente de sustento de la diversidad acuática (Heald y Odum, 1970; Blaber y Milton 1990).

La presencia de manglares posee un alto nivel de productividad primaria, además de exportar materia orgánica a destinos variados sirve de sustrato para el desarrollo de diversos microorganismos (Mancera, 2003). Los manglares son reconocidos como sistemas exportadores de materia orgánica y energía, en este sistema se inicia la cadena trófica del detritus, a través de la incorporación de nutrientes por las formas vegetales que se encuentran asociados a estos ecosistemas (Trejos, *et al.*, 2007).

La producción de hojarasca de los manglares está entre las principales de los ecosistemas costeros del mundo (Cintrón y Schaeffer-Novelli, 1983; Day *et al.*, 1989). La constante producción y caída de hojas contribuye con cantidades importantes de materia orgánica a la cadena trófica del detritus y es una fuente de energía para organismos marinos en las zonas costeras (Heald y Odum, 1970; Yañez-Arancibia, *et al.*, 1998; López-Portillo y Ezcurra, 2002).

En las lagunas costeras, la entrada de nutrientes es a través del aporte de materia orgánica proveniente de las zonas de manglar (Tam *et al.*, 1998; Gattuso, *et al.* 1998). En un cuerpo de agua, el proceso de descomposición se inicia con el lixiviado de la hojarasca, a través del cual se extraen los compuestos solubles, seguido del ataque y colonización del material vegetal por parte de bacterias y hongos acuáticos, mientras que la degradación de la hojarasca es ocasionada por el movimiento del agua y el fraccionamiento biológico, por parte de los invertebrados detritívoros (Midleton y Mckee, 2001).

La producción y posterior descomposición de las hojas de los árboles de mangle sirven de alimento a las postlarvas y juveniles de peneidos, aprovechando, en primera instancia, la cera que cubre las hojas y posteriormente, una vez colonizada por bacterias y levaduras, es fragmentada e ingerida para aprovechar la proteína bacteriana (Heald y Odum, 1970; Cantera, 2014), a través de un proceso de descomposición y enriquecimiento microbiano, las partículas de detritus llegan a ser un recurso nutritivo para una gran cantidad de animales marinos (Snedaker y Getter, 1985).

La cantidad de materia orgánica y energía que exportan los manglares va a depender de las tasas de descomposición de la hojarasca, que a su vez se encuentran reguladas por la profundidad y frecuencia de inundación de las mareas, así como por las condiciones ambientales que se presenten (Ashton *et al.*, 1999).

El presente trabajo, tuvo como principal objetivo aportar datos que sirvan para comprender la relación existente entre la producción y descomposición de la hojarasca del manglar con la abundancia de organismos marinos, como es el caso de los camarones peneidos, que dependen en alguna etapa de su vida de estas zonas, del mismo modo generar datos que sirvan como antecedentes para futuras investigaciones, ya que hasta el momento la información generada en el tema es escasa.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Producción de la hojarasca

Los factores que controlan la producción de los bosques de manglar varían en el tiempo y el espacio (Ochoa, 2014). La productividad del bosque de manglar tiene una variación con base a las características propias del ecosistema como son: el tipo de suelo, drenaje, diversidad y abundancia de especies, edad de los árboles, efectos antropogénicos, entre otros. En términos generales la fuerte influencia que ejercen todas las características físico-químicas y biológicas del ecosistema sobre la productividad y por lo tanto la gran adaptabilidad de la vegetación, amplían una gama de condiciones ambientales cambiantes (Grimaldi, 2012). La salinidad del suelo y las características del clima desempeñan un papel importante en la variabilidad temporal de la producción de hojarasca (Zaldívar *et al.*, 2004)

Se han llevado a cabo diversas investigaciones acerca de la producción de hojarasca de las diferentes especies del manglar a nivel mundial, por ejemplo en Brasil (Bernini y Rezende, 2010), realizaron estudios en un bosque dominado por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, donde la mayor producción de hojarasca se obtuvo en la temporada de lluvias. En Venezuela, (Querales *et al.*, 2011), observaron que el patrón estacional de producción de la hojarasca de *Rhizophora mangle* responde a la estación lluviosa, mientras que en la época de seca tiende a disminuir. En Colombia, (García-Hansen *et al.*, 2002), estudiaron la producción de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, donde los valores más elevados de producción fueron en temporada de lluvias, mientras

(Martínez-Ballesteros, 2013), estudio la producción de hojarasca de *Avicennia germinans* L. en las estaciones de lluvias y secas, sin encontrar diferencias significativas entre ellas.

En el Pacífico Panameño, Rodríguez y colaboradores, (2012), determinaron la productividad de *Rhizophora mangle*, tomando en cuenta factores como la temperatura, salinidad, estructura del bosque y las condiciones climáticas, de acuerdo a las variables estudiadas y las estaciones climáticas, no se encontró correlación entre ambas. En India, Wafar y colaboradores (1997) demostraron que la producción y descomposición *in situ* de *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Sonneratia alba* y *Avicennia officinalis*, es importante para el presupuesto de carbono de los estuarios y para mantener la cadena alimentaria microbiana, así como la regeneración de nutrientes en el bosque de manglar. En Kenia (Wang'óndu, y colaboradores (2014), afirman que los manglares son importantes como sumideros activos de carbono y en el ciclo de nutrientes en los ecosistemas costeros.

En México en la reserva de la biosfera Ría Celestún, Yucatán se encontró que la producción de hojarasca está fuertemente relacionada con la salinidad del suelo y la precipitación (Zaldívar, *et al.*, 2004). En el Estero de Conchalito Baja California Sur el patrón de producción de hojarasca de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, presentó una tasa máxima a fines de la temporada de lluvias, durante los meses de septiembre y octubre (Félix-Pico, *et al.*, 2006).

En Campeche (Barreiro-Güemes, 1999), estudio el aporte de hojarasca y renovación foliar, fue durante el periodo de lluvias y nortes, donde se presentó la producción más abundante de hojarasca, mientras que en época de seca esta disminuyo considerablemente, la tasa de renovación foliar fue estimada entre 129- 397 días. Contrario a lo anterior (Mendoza-Morales *et al.*, 2015) estudio la producción de la hojarasca del manglar en la laguna Barra de Navidad Jalisco, en los resultados obtenidos se muestra a las especies *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, como las especies más productivas, y fue durante los meses de seca (diciembre-febrero), donde se obtuvieron los valores máximos de producción.

## **2.2 Degradación de la hojarasca**

La descomposición de la materia orgánica es uno de los procesos claves en el funcionamiento de todos los ecosistemas, incluidos los acuáticos (Álvarez, 2005). En el caso de los ecosistemas de manglar, estos exportan a lo largo del año, diferentes cantidades de detritus hacia la zona marina. Dicha exportación, va a depender de los mecanismos de remoción de detritos, la cobertura del bosque, el nivel de inundación, la altura de la marea, la producción y velocidad de descomposición de la hojarasca (Orihuela *et al.*, 2004).

Las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, presentan diferencias en las tasas de descomposición de hojarasca, que además varían dependiendo del tipo de sustrato en el cual se encuentran presentes, es en los sustratos acuáticos, donde ocurre el mayor proceso de descomposición, puesto que influyen factores físicos como el oleaje y factores



biológicos como la intervención de macroinvertebrados (anfípodos). El tipo de bosque de manglar en el cual se encuentra presente la hojarasca no afecta la descomposición del material foliar (Galeano *et al.*, 2010).

Mackey y Smail, (1996) estudiaron la descomposición de *Avicennia marina* en un bosque de mangle subtropical en dos niveles de marea con diferentes regímenes de inundación (alta y baja), durante dos temporadas (verano e invierno). Los resultados muestran que los efectos estacionales fueron más importantes que la posición de la costa, las tasas de descomposición en verano fueron más rápidas que en invierno, la colocación de material a bajo nivel de marea disminuyó el tiempo requerido para la descomposición de la mitad del material inicial. También indican que debido a la distribución de *Avicennia marina*, entre los trópicos y las regiones templadas de Ecuador la descomposición de la hojarasca, es probable que varíe notablemente en un rango latitudinal tan amplio.

La alta producción de hojarasca representa un importante aporte de materia orgánica que, a través de la descomposición, puede representar una importante fuente de C, N y P en los sistemas acuáticos. (Ake-Castillo, 2006) estudió la producción y descomposición de *Rhizophora mangle* en una laguna costera tropical del Golfo de México, durante tres estaciones climáticas (nortes, lluvias y secas), presentándose dos picos de producción, en temporada de secas y en temporada de lluvias, para la descomposición, se presentaron diferencias significativas por estaciones, siendo en temporada de lluvias,

después de transcurridos los 60 días cuando *Gastrópodo Neritina reclinata* se asoció con el aumento de la tasa de descomposición de las hojas.

En *Rhizophora mangle* de la Costa Occidental del Estrecho del Lago de Maracaibo, el 50% del material foliar se perdió entre los 55-56 días. Es a partir de los 120 y 240 días cuando se pierde el 93% de material inicial. La relativa alta tasa de descomposición medida en este trabajo podría estar relacionada con las descargas de aguas residuales sin tratamiento que favorecen la actividad de microorganismos que intervienen en la descomposición del material foliar (Querales *et al.*, 2012).

En el Caribe colombiano, Sierra-Rozo y colaboradores (2009), estudiaron la degradación de hojarasca del manglar, durante la temporada de lluvias, en tres diferentes sustratos de humedales (agua, suelo, y bajo el suelo del manglar), donde encontraron que la mayor pérdida de biomasa en el tiempo, se registra durante las tres primeras semanas de incubación. Señalando que los principales factores que influyen sobre la descomposición de la hojarasca son especie, sustrato y tiempo.

Es importante conocer la relación entre la actividad biológica ejercida por la mesofauna que coloniza la hojarasca del manglar, en este sentido (Loría, 2014), estudió durante las épocas de lluvias y secas, el tiempo de exposición con la tasa de descomposición en la hojarasca de *Rhizophora racemosa* en un manglar de Costa Rica. Los resultados obtenidos fueron similares para ambas épocas, mientras que las constantes de descomposición presentaron una

tendencia a estar asociadas con la temperatura y salinidad del agua. La abundancia de los taxones se relacionó con la pérdida de la biomasa de hojarasca a lo largo del tiempo de descomposición. Asimismo los valores de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto en el agua en conjunto lograron explicar el 25% del cambio observado en la mesofauna de la hojarasca.

### **2.3. Importancia de los manglares en las zonas costeras**

Los manglares son considerados importantes para el sostenimiento de las pesquerías, por aportar gran cantidad de materia orgánica al sistema y por brindar servicios ambientales importantes a la zona costera. Sin embargo, son pocos los trabajos que han analizado la relación entre los manglares y las pesquerías, se ha demostrado que el rendimiento pesquero está vinculado al área de cobertura de manglares, describiéndose una caída en los volúmenes de pesca a medida que se pierde la cobertura de los manglares (Trejos *et al.*, 2007).

La relación existente entre los manglares y la producción pesquera son un modelo que ha sido estudiado por la comunidad científica, técnica y usuarios de los sistemas estuarinos asociados a los ecosistemas del manglar, aunque las evidencias científicas generadas hasta el momento son escasas (Manson *et al.*, 2005). Algunos investigadores proponen una correlación, entre la cantidad de costas bordeadas por manglares y la producción pesquera, por lo que la disminución de las costas bordeadas por el manglar se traduce en pérdidas económicas para la producción pesquera de la región (D 'Croz y Kwiecinski,

1980; Yañez-Arancibia *et al.*, 1995; Sanjurjo y Welsh, 2005 y Aburto-Oropeza *et al.*, 2008).

Se ha determinado que la presencia de manglares en la zona costera, es de gran importancia para la pesca comercial y recreativa en muchas regiones del mundo, debido a la gran cantidad de diferentes especies de peces, moluscos y crustáceos, algunos de importancia comercial, que usan la zona de manglares como sitios de desove y crianza, también se ha comprobado que los manglares funcionan como un hábitat complejo ofrecido por las raíces de los árboles de mangle para estadios tempranos de peces y camarones peneidos (Nagelkerken, *et al.*, 2008; CONABIO, 2009).

De este modo, muchas especies de peces utilizan la densa vegetación, las ramas, las hojas y el material vegetal muerto para adherir sus huevos, brindándoles protección. Una vez que los huevos eclosionan, la misma zona de manglar continuara proporcionando a los juveniles alimento y refugio contra sus depredadores. Cabe mencionar, que algunas especies de camarones, solo utilizan la zona de manglar durante etapas juveniles, cuando migran a estos ecosistemas para buscar alimento y obtener protección contra sus depredadores (Delgado y Stedman, 2004).

Se han señalado algunos factores que contribuyen directa o indirectamente en el papel que desempeñan los manglares, entre los cuales, se pueden mencionar, la alta disponibilidad de alimentos, en estos sitios existe una menor depredación debido a los microhábitats de sus aguas poco profundas y al existir una mayor turbidez y menor visibilidad en comparación con otros

hábitats sin vegetación, además de proporcionar una compleja estructura ofrecida por las raíces del manglar (Beck *et al.*, 2001, Nagelkerken *et al.*, 2008). Podemos afirmar que los manglares constituyen un ecosistema vital para diferentes especies marinas (Delgado y Stedman, 2004). En este sentido podemos decir, que los volúmenes de pesca se encuentran relacionados positivamente con la abundancia de los manglares, en particular con las áreas de manglar que se encuentran directamente en contacto con el ambiente marino-lagunar. Se ha comprobado que alrededor del 32% de la captura comercial en el Golfo de California corresponde a especies que dependen en alguna etapa de su ciclo de vida o totalmente de los manglares. La franja del manglar es utilizada como zona de refugio y alimentación por diversas especies de importancia comercial, principalmente en etapas iniciales de su ciclo de vida (Aburto-Oropeza, *et al.*, 2008).

La importancia de los manglares en las larvas de camarón se ha centrado en su función de proporcionar refugio y alimento a partir de la materia orgánica y la biota del sedimento. La microbiota asociada con la hojarasca de mangle en descomposición es también una fuente potencial de alimento natural (Gatune *et al.*, 2014). En este sentido Torres y colaboradores (2015), realizaron un estudio en la Laguna de Mecocacán Tabasco entre la producción y descomposición de la hojarasca del manglar y su relación con la abundancia de camarones peneidos, durante los meses de octubre 2014 y febrero de 2015, donde se encontró que los máximos valores de abundancia de postlarvas, juveniles y adultos se relaciona con el máximo valor de salinidad y descomposición de hojarasca del manglar.

## **HIPÓTESIS**

La producción de hojarasca de los manglares se presenta durante todo el año y esta va a depender de la especie, así como de las condiciones climáticas que se presenten, lo que puede favorecer el aumento o disminución en la caída de hojarasca.

La descomposición de la hojarasca será distinta para los dos tipos de sustratos que se presentan (sobre el suelo del manglar y sumergidas en el cuerpo de agua) ya que las condiciones físicas-químicas son distintas para cada una de ellas.

La abundancia, talla y peso de postlarvas y juveniles de camarones peneidos se correlaciona de manera positiva con la descomposición de la hojarasca del manglar.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo general**

Estimar la producción y descomposición de la hojarasca del manglar y su relación con la abundancia y talla de camarones peneidos de la Ciénega Tuxpan, Veracruz.

#### **3.2 Objetivos particulares**

Cuantificar la producción y descomposición de la hojarasca de mangle.

Establecer la abundancia y talla de las postlarvas y juveniles de camarones peneidos.

Determinar la relación de los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto) con la descomposición de la hojarasca y abundancia de camarones peneidos.

Relacionar la producción y descomposición de la hojarasca con la abundancia de postlarvas y juveniles de camarones peneidos.

#### **IV. ÁREA DE ESTUDIO**

La Laguna de Tampamachoco se encuentra ubicada al norte del estado de Veracruz, entre los 20° 58' 93" y 21° 02' 28" de latitud norte y entre los 97° 19' 99" y 97° 23' 10" de longitud oeste, a 9 km de la ciudad de Tuxpan. Forma parte del complejo estuarino lagunar de Tamiahua y Pueblo Viejo, en la planicie costera nororiental. Presenta un canal artificial de navegación que atraviesa en dirección norte-sur, con una profundidad máxima de cuatro metros. Su longitud y su anchura máxima son de aproximadamente 11 y 1.3 km respectivamente, presenta una superficie de 1,500 ha. Está separada del mar por la barra de Galindo, al norte se comunica con la laguna de Tamiahua por un canal, con el mar a través de la boca de Galindo de origen artificial y al sur se comunica con el río Tuxpan por medio de un estero (Mendoza-Díaz, 2010). A 4.7 kilómetros sobre el margen izquierdo del canal norte de Tampamachoco, se encuentra la denominada Ciénega de la Mata, que es un sistema de lagunetas de baja profundidad y canales de 3 m que se intercomunican (Santiago-Castillo, 2006) (Fig.1).

El clima de la región es AW2 que corresponde cálido húmedo con una época de estiaje muy marcada en el invierno que se alarga hasta la primavera y otra corta en verano (García, 1986). En ocasiones durante el invierno, se presentan



chubascos repentinos o lluvia fría y pertinaz debida al efecto de los llamados “nortes” que son característicos en esta región y que se presentan de noviembre a febrero (Sánchez, 1994).

La laguna Tampamachoco es caracterizada como un sistema de baja energía en cuanto a la velocidad de corriente (3 cm/s), por lo que los componentes orgánicos que presenta son mayores a diferencia de las lagunas de Tamiahua y Pueblo Viejo; la laguna Tampamachoco presenta predominantemente sedimentos- limoso-arcillosos y una tasa alta de sedimentación (Calva y Torres-Alvarado, 2000).

En los alrededores existe una extensa área de manglares, aproximadamente 3,500 ha con alturas de 8-15 m, representadas por cuatro especies de mangle que se encuentran en la categoría de amenazadas: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (Basáñez-Muñoz, 2006).

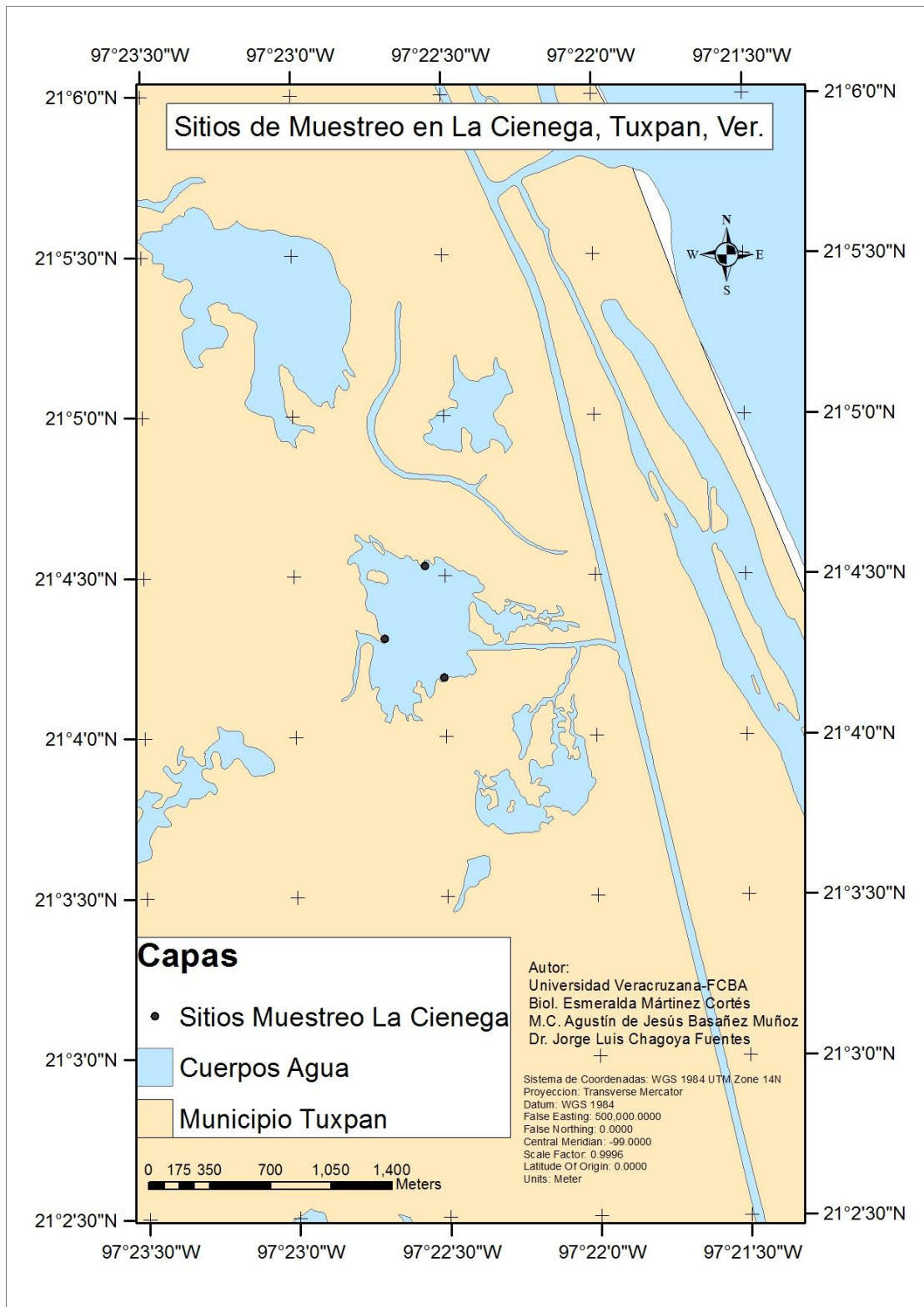


Fig. 1. Localización geográfica de la Ciénega, Tuxpan, Veracruz, México.

## V. MATERIAL Y METODOS

### 5.1 Producción de hojarasca

El período de estudio para la producción y descomposición de la hojarasca fue llevado a cabo de febrero 2016 - febrero de 2017. Se seleccionaron 3 sitios en la zona de manglares del área de estudio. La hojarasca se colectó siguiendo la técnica propuesta por Twilley *et al.*, (1997); Zaldívar *et al.*, (2004) y Mendoza-Morales *et al.*, (2015); la cual consiste en la elaboración de cestas construidas con tela de mosquitero de 1 mm malla y un marco de madera de 50 x 50 cm. En cada sitio de muestreo se colocaron un total de 4 canastas por encima de las marcas más altas de nivel de agua que se apreciaba en los troncos. Las canastas fueron colocadas de acuerdo a la proporción de especies que se encontraron en cada punto de muestreo. Para determinar la proporción de las especies de mangle se elaboraron seis cuadrantes de 10 x 10 m (dos por sitio), a su vez se obtuvo su densidad y datos estructurales. El material colectado en las cestas se recogió mensualmente y se transportó al laboratorio. La hojarasca se pesó en húmedo y se secó a una temperatura constante de 45°C durante ocho días, para obtener su peso en seco, Sierra-Rozo *et al.*, (2009).

### 5.2 Descomposición de hojarasca

Se evaluó la tasa de descomposición de la hojarasca del manglar siguiendo la técnica de bolsas de hojarasca (*litter bags*) propuesta por Wieder y Lang, (1982) y Twilley *et al.*, (1986). Mackey y Smail (1996) proponen que el llenado de las bolsas se debe realizar con hojas amarillas senescentes, mismas que se obtienen del área de estudio y son secadas al aire durante 20 días,

posteriormente son mezcladas con base en la proporción representativa de las especies de manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*) como lo recomienda (Rivera *et al.*, 2013).

Las bolsas de descomposición de la hojarasca fueron elaboradas con tela mosquitero de 1 mm de malla y un tamaño de 20 x 20 cm, éstas se llenaron con 10 g de las hojas que fueron secadas al aire. Cada bolsa representó una unidad experimental (UE) en dos tipos: a) sobre el suelo del manglar y b) suspendidas en el agua. Se instalaron 72 UE, 24 para cada sitio de muestreo; 12 fueron colocadas de forma equidistante, cada 50 cm, (Twilley *et al.*, 1997), sobre una línea fija en el suelo del manglar, desde el interior del manglar hacia la orilla del cuerpo de agua (6 m). Doce bolsas más se ataron las raíces de *Rhizophora mangle* y se introdujeron en el cuerpo de agua. Dos UE de cada sitio de muestreo (una de suelo y una del cuerpo de agua) se colectaron mensualmente, se llevaron al laboratorio, se enjuagaron con agua fresca para retirar el exceso de sedimento y los microorganismos que se encontraron adheridos a la hojarasca, posteriormente se pesaron en húmedo. Por último, el material fue secado a 45°C durante aproximadamente ocho días, hasta obtener el peso constante, (Sierra-Rozo *et al.*, 2009).

### **5.3 Colecta de postlarvas y juveniles de camarón**

Se realizan muestreos durante un ciclo anual para la colecta de postlarvas y juveniles de camarón, respetando el periodo de veda (que comprende los meses de junio-julio). Las colectas se realizaron en tres puntos de muestreo, que coinciden con los sitios de recolección y descomposición de hojarasca, a

bordo de una embarcación de fibra de vidrio de 18 pies de eslora y motor fuera de borda de 15 H. P., el recorrido se realizó a la velocidad mínima del motor, las fechas y horas de colecta se relacionaron con los períodos de influencia lunar de acuerdo a Chang y Vega (2011), sin considerar el tipo de marea presente. Para las capturas se utilizó una red de media luna de 1.20 cm de longitud, 50 cm de diámetro y 1mm de luz de malla. Los arrastres se realizaron por duplicado en periodos de 5 minutos para cada uno, bordeando la línea de costa, a una profundidad promedio de 50 cm. El material colectado en campo fue depositado en frascos de plástico previamente etiquetados y fijados con formaldehído al 5% para ser llevadas al laboratorio. Transcurridas 24 horas, las muestras fueron lavadas con agua, medidas, pesadas y preservadas en alcohol etílico al 70%. En laboratorio, las postlarvas fueron cuantificadas, identificadas y separadas, usando las características morfológicas establecidas Pearson (1939), Williams (1959) y, Ringo y Zamora (1968) con la ayuda de microscopio compuesto.

#### **5.4 Parámetros fisicoquímicos del agua**

En cada uno de los tres sitios de muestreo se tomaron parámetros físico-químicos del agua; la salinidad con un fotorefractómetro marca Reichert, el pH, la temperatura y el oxígeno disuelto con una sonda Multiparámetros PCSTestr™ 35.

## 5.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de la producción de hojarasca en peso seco por mes, para ello se obtuvieron los promedios mensuales y se graficaron por especie en función del tiempo (meses de muestreo). Se aplicó un análisis factorial para determinar diferencias significativas entre la producción, especies, temporadas y sitios de muestreo, así como para sus interacciones.

La descomposición de la hojarasca se llevó mediante un Anova con medidas repetidas entre los sustratos de humedales (agua y suelo) y las temporadas climáticas analizadas. Al resultar valores significativos se procedió a emplear la prueba de Tukey, y para conocer las diferencias entre sitios y especies, se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Los datos de la descomposición de la hojarasca se graficaron en función del tiempo y se obtuvieron las ecuaciones que describen las tasas de descomposición para cada uno de los sustratos de humedales (agua y suelo), utilizando el modelo simple exponencial propuesto por Wieder y Lang (1982).

$$\ln(X) = -k * t \quad \text{y} \quad X = e^{-kt}$$

Donde:

$k$ : constante de descomposición.

$t$ : tiempo de descomposición.

$X$ : peso de la hojarasca remanente ( $X_t/X_0$ ).

$X_0$ : Peso inicial de la hojarasca en el tiempo inicial.

$X_t$ : peso de la hojarasca en el tiempo transcurrido.

La constante  $k$  es una medida que se utiliza en los estudios de la descomposición de materia orgánica, la cual permite obtener una tendencia en la pérdida de peso de la hojarasca en el tiempo.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre la abundancia y talla de postlarvas y juveniles con las temporadas y los sitios de muestreo, se determinó normalidad en los datos, al no cumplir con los supuestos de normalidad se aplicó el test Kruskal-Wallis.

Para establecer la existencia de posibles correlaciones significativas entre la producción, descomposición (agua y suelo) con la abundancia y tallas reportadas de postlarvas y juveniles de camarón, se realizó un análisis estadístico mediante una correlación de Spearman. Las muestras fueron separadas en postlarvas y juveniles siguiendo los criterios de la FAO (1974), que determinan las medidas de 5 a 12 mm para postlarvas y de 12 a 70 mm para juveniles.

Todos los análisis estadísticos realizados fueron llevados a cabo utilizando el programa STATISTICA versión 7 (Statsoft 2004).

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Producción de hojarasca

Se observó la variación mensual de producción de hojarasca en peso seco para cada una de las especies del manglar de La Ciénega, Tuxpan, Veracruz, las especies que estuvieron presentes fueron *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*.

La especie que presentó la mayor producción mensual de hojarasca fue *Rhizophora mangle* con 93.8 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, registrando la mayor caída de hojarasca en los meses de julio a octubre, meses correspondientes para la temporada de lluvias, siendo el mes de septiembre donde se presenta el pico más alto de producción con 159.3 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, mientras que en el mes de febrero, se registra la menor producción con 39.6 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes (Figura 2).

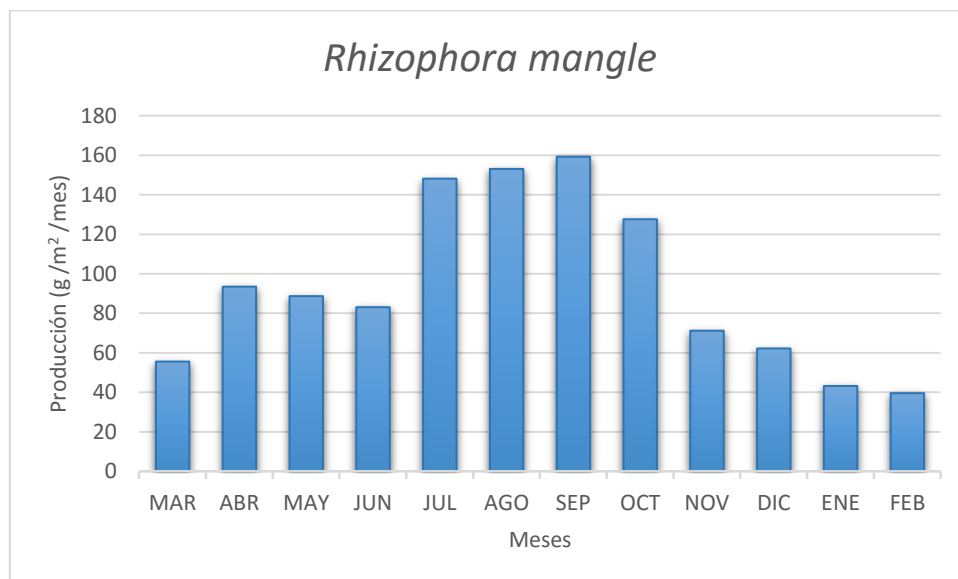




Figura 2. Producción mensual de hojarasca para *Rhizophora mangle*.

Para *Avicennia germinans* la producción mensual obtenida fue de 91.5 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, presentándose un pico de mayor producción en el mes de septiembre con 139.8 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, mes correspondiente a la temporada de lluvias, y en el mes de mayo se registra la menor producción con 51.6 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, correspondiente a la temporada de sequía respectivamente (Figura 3).

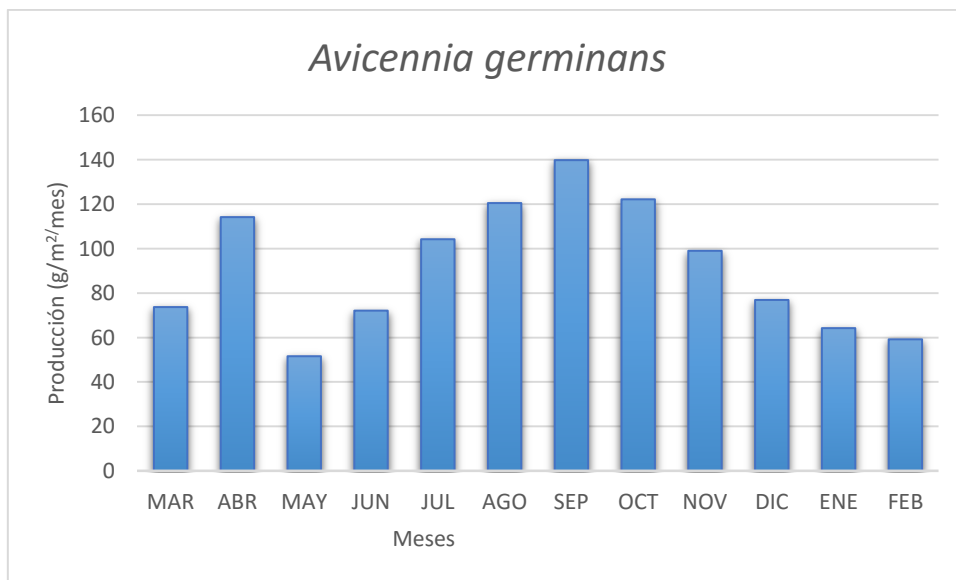


Figura 3. Producción mensual de hojarasca para *Avicennia germinans*.

La producción mensual obtenida para *Laguncularia racemosa* fue de 84.4 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes, observando la mayor producción de hojarasca se registra en el mes de septiembre, en temporada de lluvias con 145.6 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes y la menor producción se registró con 29.8 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/mes para el mes de enero (Figura 4).

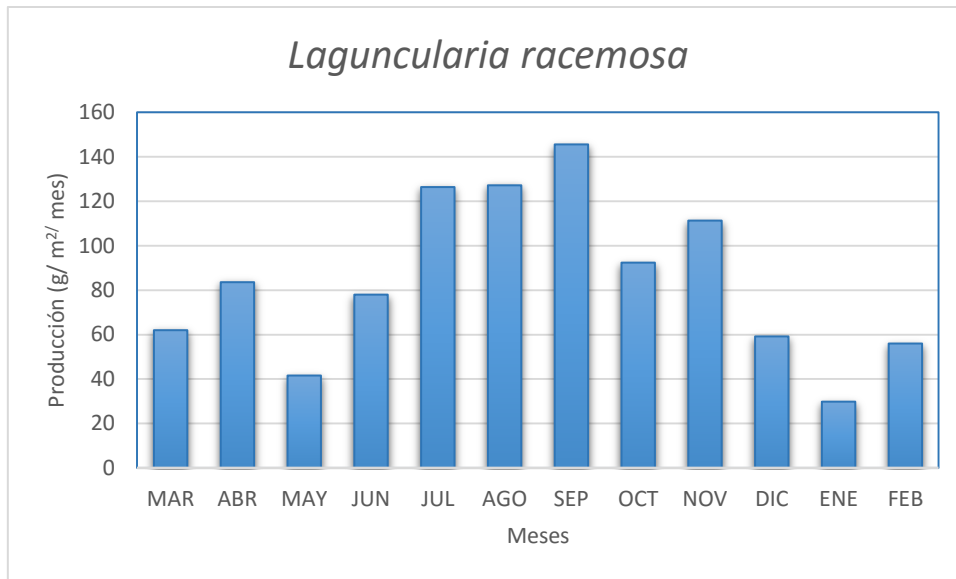


Figura 4. Producción mensual de hojarasca para *Laguncularia racemosa*.

Se graficó la variación de la producción de hojarasca mensual a lo largo del periodo de estudio para las especies de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, observando que la producción fue aumentando de manera progresiva en los meses de julio a septiembre, siendo este último mes donde se registró el mayor promedio de producción con 148.25 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/día y es en el mes de enero donde ocurre la menor producción con 44.77 g. de peso seco/m<sup>2</sup>/día, se pudo observar que la producción presenta una variación estacional a lo largo del periodo de estudio (Figura 5).

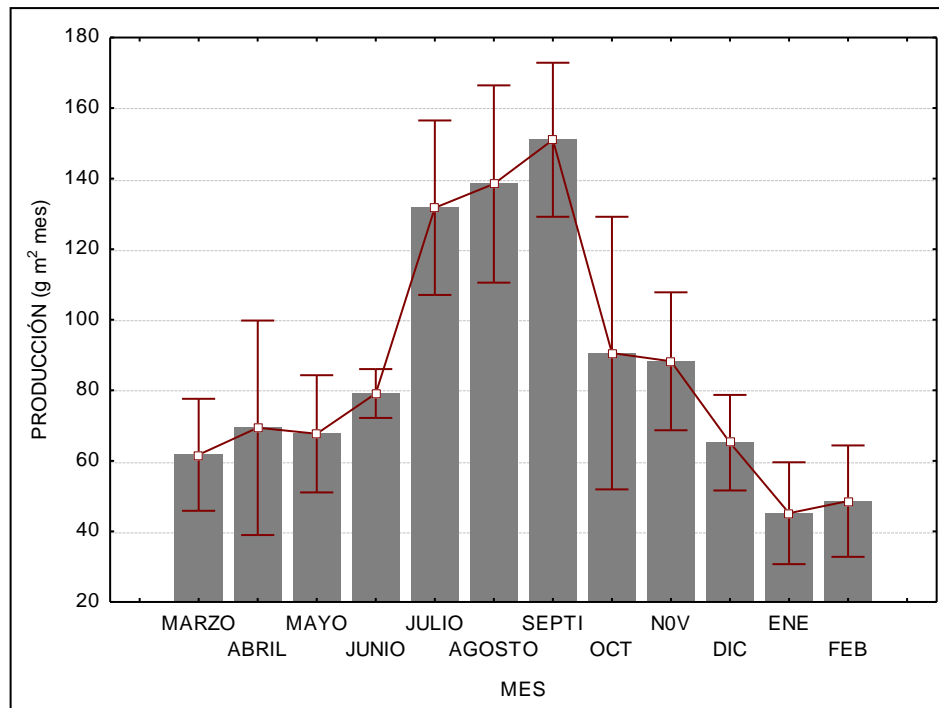


Figura 5. Variación de la producción mensual de hojarasca para *R. mangle*, *A. germinans* y *L. racemosa*.

Se estudió la producción de hojarasca del manglar en La Ciénega, Tuxpan, Ver., a partir de un análisis factorial, donde se encontraron diferencias significativas por temporada y en la interacción sitio x temporada Cuadro (1), siendo en la temporada de lluvias donde se presenta un pico de mayor producción de hojarasca en peso húmedo ( $F=35.92$ ,  $P<0.05$ ) (Figura 6), la interacción que se presenta entre sitio y temporada indica que la producción de la hojarasca cambia significativamente en función del sitio y en transcurso de las temporadas del año ( $F=5.06$ ,  $P=0.0008$ ), siendo el sitio dos, el más productivo en temporada de lluvias (Figura 7).

Cuadro 1. Comparación con Análisis factorial para efectos principales y sus interacciones sobre la producción de hojarasca entre sitios, temporadas y especies.

DATOS	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P
INTERCEPTO	150205.9	1	150205.9	867.2568	< 0.05
SITIO	100.8	2	50.4	0.2909	0.748169
TEMPORADA	17578.5	2	8789.3	50.7473	< 0.05
ESPECIE	368.1	2	184.0	1.0626	0.349060
SITIO*TEMPORADA	1745.0	4	436.3	2.5189	0.045231
SITIO*ESPECIE	1712.6	4	428.2	2.4721	0.048592
TEMPORADA*ESPECIE	1595.2	4	398.8	2.3026	0.062952
SITIO*TEMPORADA*ESPECIE	2518.0	8	314.7	1.8173	0.081122
ERROR	19224.8	111	173.2		

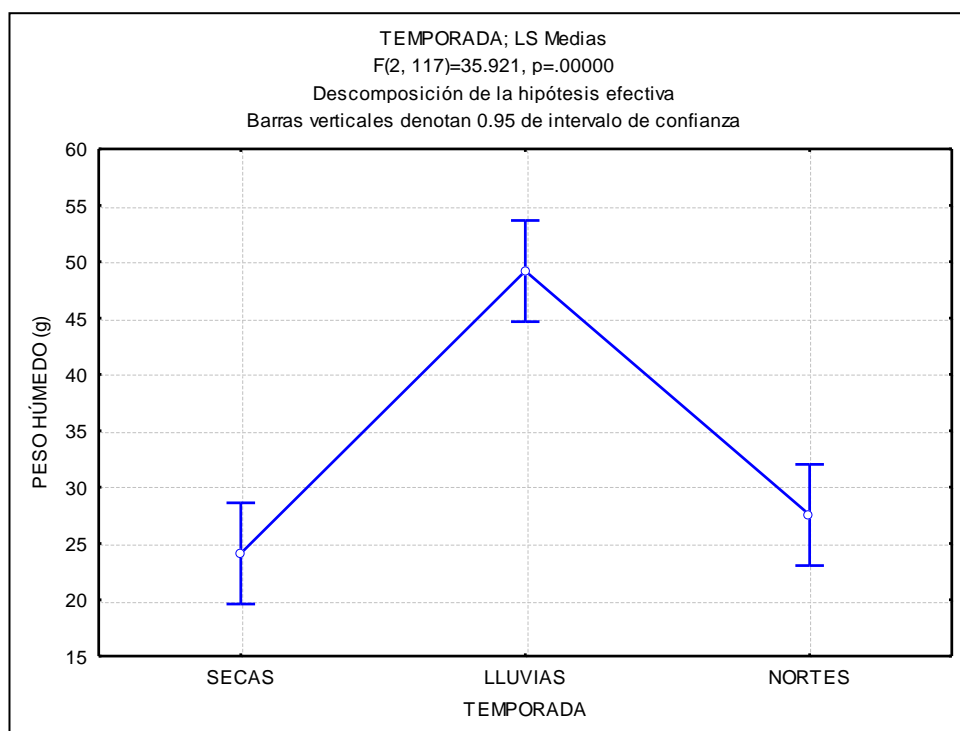


Fig. 6 Producción de hojarasca en peso húmedo (g) por temporadas climáticas.

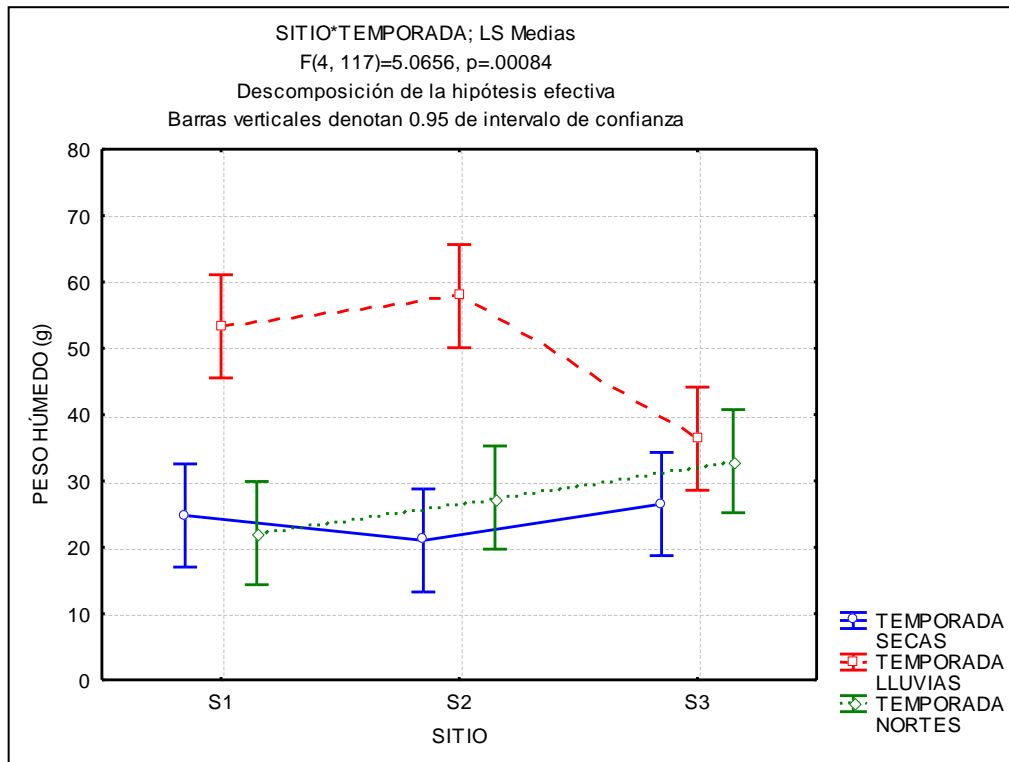


Fig. 7 Producción de hojarasca peso húmedo (g) Sitio por Temporadas.

Otro aspecto tomado en cuenta fue la producción de hojarasca para las especies de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, donde la interacción entre el sitio y la especie determina una diferencia significativa ( $F= 2.47, P= 0.0485$ ), misma que al ser analizada mediante la prueba de Tukey no muestra la interacción que establece la diferencia, por lo que se optó por aplicar la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), encontrando que la especie *R. mangle* muestra una diferencia con *L. racemosa* y *A. germinans* en el sitio 1, presentándose también una diferencia de *L. racemosa* del sitio 1 con *A. germinans* del sitio 2 (Figura 8).

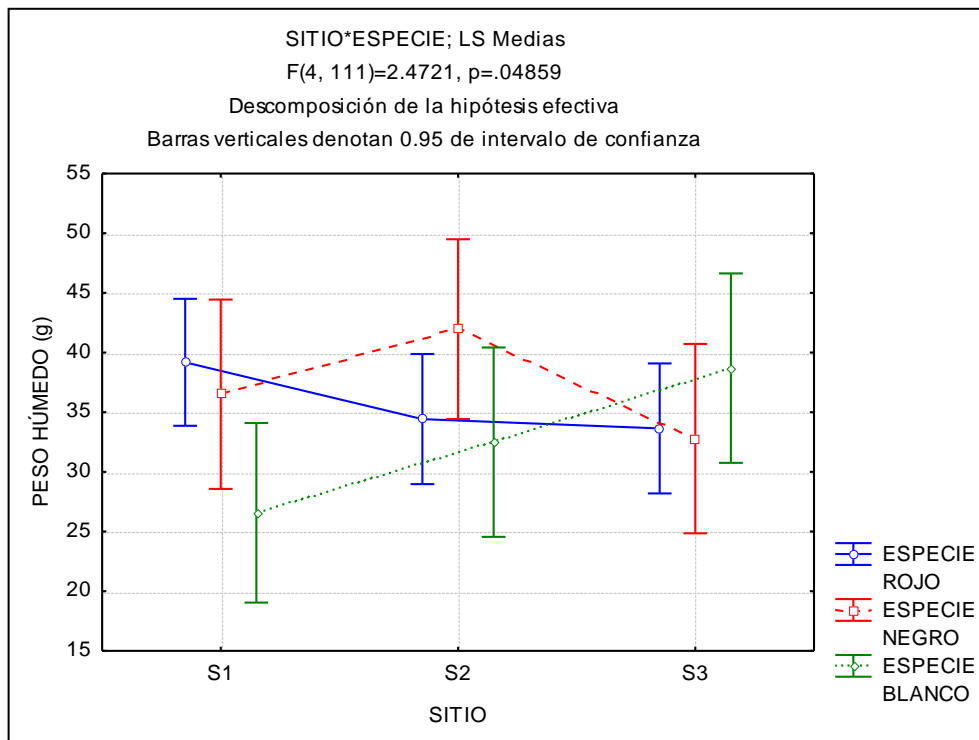


Fig. 8 Producción de hojarasca en los sitios de muestreo por especie.

## 6.2 Descomposición de hojarasca

La descomposición de hojarasca de manglar se estableció en dos sustratos de humedales (UE): 1) bolsas de hojarasca sumergidas en el cuerpo de agua y 2) bolsas de hojarasca en superficie del sustrato de manglar.

A partir del análisis de medidas repetidas se encontraron diferencias significativas por tiempo (meses), sustrato (agua y suelo) y en la interacción tiempo\*sustrato (Cuadro 2). Con relación a la interacción tiempo y sustrato, se aplicó la prueba de Tukey para conocer las diferencias, donde se observó la descomposición de la hojarasca a lo largo de los meses de muestreo, presentándose de marzo a junio diferencias entre los valores de

descomposición en el sitio agua y es a partir de julio en donde si bien continúa el proceso de descomposición ya no existen diferencias de julio a febrero, mientras que para la descomposición en el sustrato suelo, no se presentan diferencias de marzo a septiembre entre un mes y otro, es a partir de octubre a febrero en donde los valores de descomposición son significativos de un mes a otro (Figura 9).

Cuadro 2. Comparación con Anova de medidas repetidas para efectos principales y sus interacciones sobre la descomposición de hojarasca entre sustrato y tiempo.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Intercept	386.8329	1	386.8329	825.9591	< 0.05
TIEMPO	176.8592	11	16.0781	34.3297	<0.05
Error	11.2403	24	0.4683		
SUSTRATO	36.6472	1	36.6472	36.4136	0.000003
SUSTRATO*TIEMPO	31.9710	11	2.9065	2.8879	0.014435
Error	24.1539	24	1.0064		

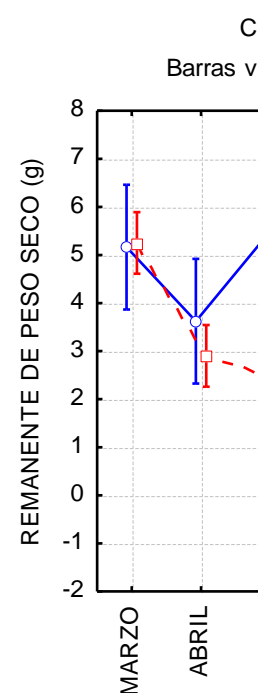


Figura 9. Descomposición de la hojarasca peso seco (g) en los sitios de muestreo agua y suelo.

Empleando el modelo simple exponencial propuesto por Wieder y Lang (1982), se graficaron las tendencias de pérdida de biomasa durante el periodo de

estudio. Es durante los primeros dos meses del experimento donde se presentan las mayores tasas de descomposición de la hojarasca para ambos tratamientos, para posteriormente disminuir la velocidad de descomposición. De manera particular, para la descomposición de la hojarasca en las bolsas sumergidas en el cuerpo de agua, se obtuvo un buen ajuste del modelo con un valor ( $R = 0.89$ ) a diferencia de aquellas colocadas sobre el suelo de manglar con un valor ( $R = 0.77$ ), como se muestran en las (Figuras 10 y 11), aunque al final del período de estudio, ambas presentan valores de descomposición cercanos a cero.

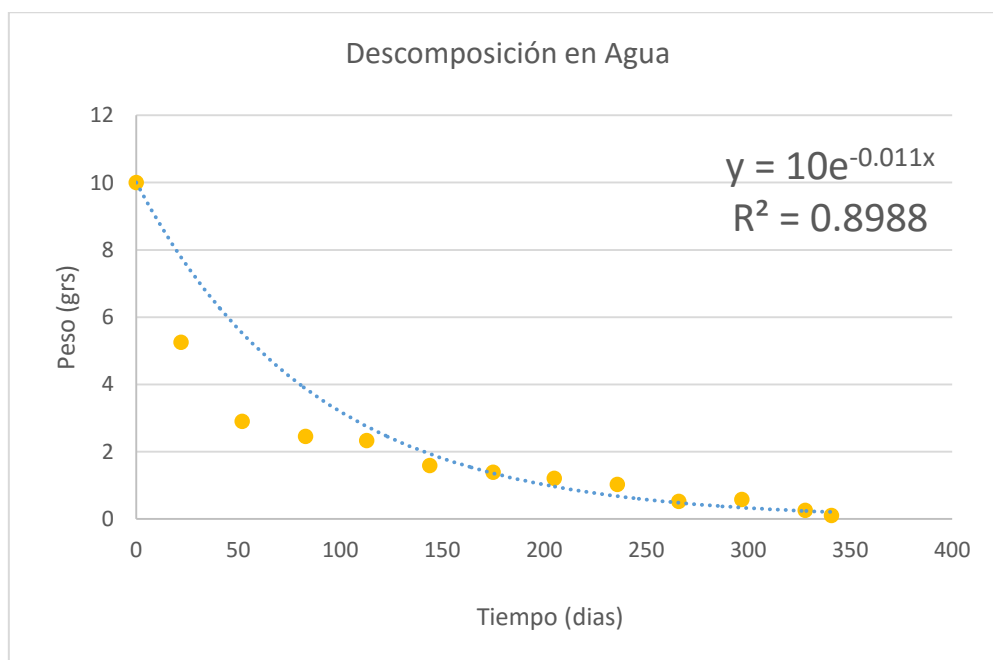


Figura 10. Descomposición de la hojarasca (g) en el sustrato agua a lo largo del tiempo transcurrido y su ecuación simple exponencial con el valor de  $R^2$  asociado.



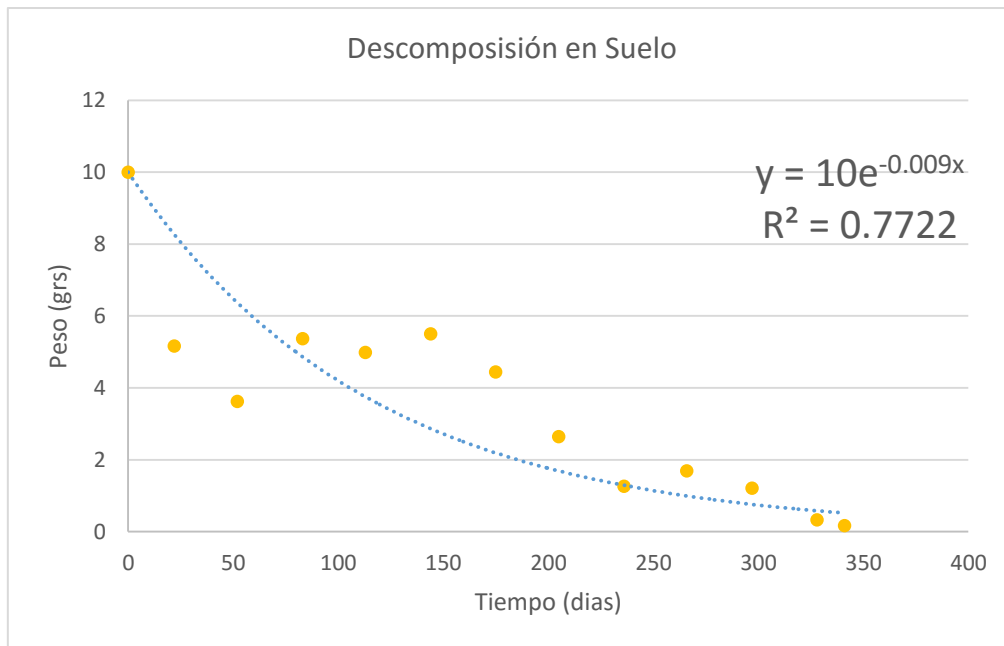


Figura 11. Descomposición de la hojarasca (g) en el sustrato suelo a lo largo del tiempo transcurrido y su ecuación simple exponencial con el valor de  $R^2$  asociado.

### 6.3 Abundancia y talla de postlarvas y juveniles de *Farfantepenaeus aztecus* y *Litopenaeus setiferus*.

Se tomaron datos de la abundancia de los organismos colectados para cada uno de los sitios de muestreo a lo largo del periodo de estudio. Se determinó la normalidad en los datos con la prueba de Shapiro-Wilk (valor del estadístico,  $P= 0.0005$ ) no se presentó normalidad en la abundancia de organismos para las tallas en general (postlarvas de 5-12 mm y juveniles de 12-70 mm). De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis (valor de  $P= 0.0485$ ) se presentan diferencias significativas entre la abundancia y los sitios de muestreo. Siendo el mes de marzo, en el sitio 3, donde se lleva a cabo la mayor captura de organismos (Figura 12).

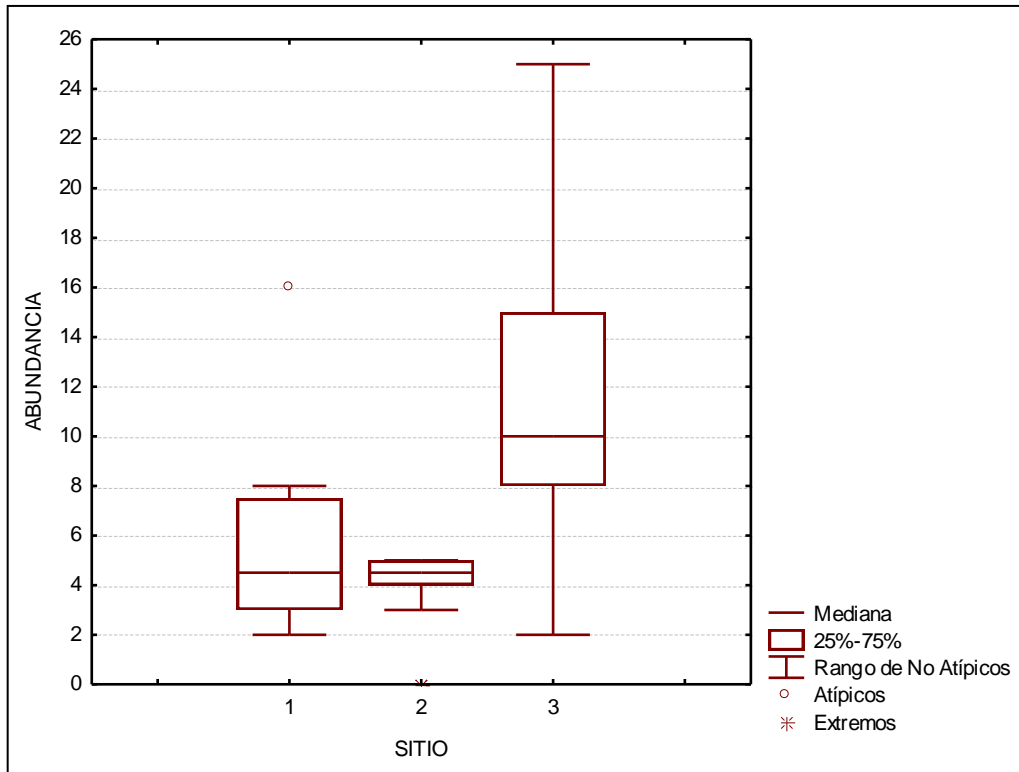


Figura 12. Abundancia de peneidos por sitios de muestreo.

Otro dato que fue tomado en cuenta fue la abundancia de los organismos (postlarvas y juveniles) durante los meses de muestreo (temporadas climáticas). Fue durante el mes de mayo (temporada de seca) cuando se presentó la mayor abundancia de organismos. De acuerdo a la prueba de Kruskal-Wallis (valor de  $P = 0.2641$ ) no se presentaron diferencias significativas entre la abundancia de organismos y las temporadas climáticas (Figura 13).

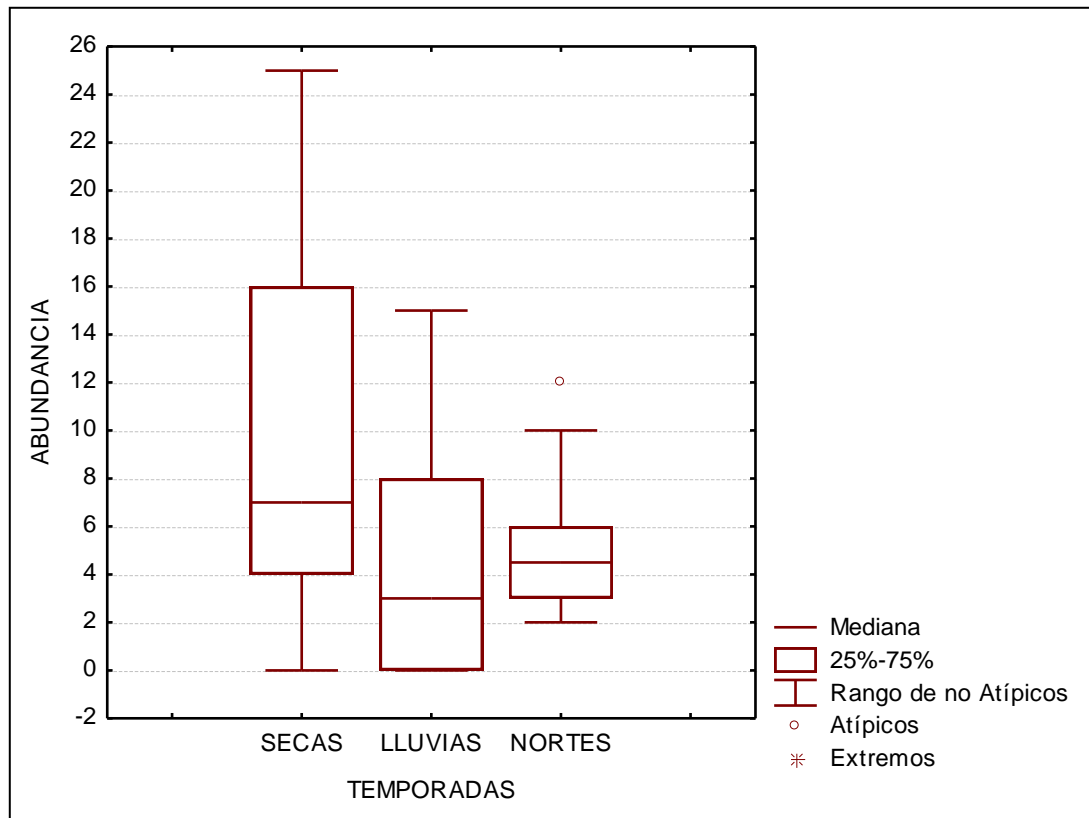


Figura 13. Abundancia de camarones peneidos por temporada.

Se registraron los promedios de tallas (cm) de los camarones colectados durante los meses de marzo 2016 - febrero de 2017 (respetando el período de veda). Los mayores promedios de tallas fueron registrados en el mes de diciembre y las tallas presentes después de los meses de veda son más pequeñas (relacionadas con el estadio de Mysis < 5mm), para volver a obtener tallas de postlarvas y juveniles de septiembre a febrero. Los valores reportados por talla de camarones no presentan normalidad (Shapiro-Wilk  $P = 0.0346$ ), una vez aplicada la prueba estadística de Kruskal-Wallis, no se presentan diferencias significativas (valor de  $P = 0.3229$ ) entre los sitios de muestreo (Figura 14).

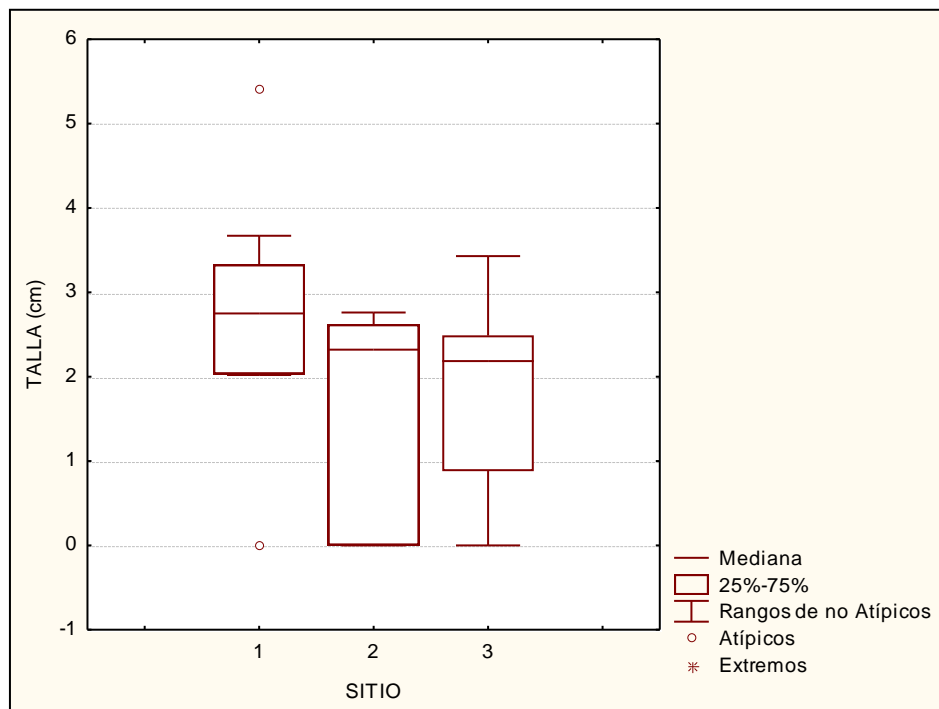


Figura 14. Tallas (cm) de camarones peneidos por Sitio de muestreo.

Se consideró la talla de los organismos colectados (postlarvas de 5-12 mm y juveniles de 12-70 mm), durante el periodo de muestreo durante tres temporadas climáticas, presentándose las mayores tallas (juveniles) en el mes de diciembre y las tallas más pequeñas (postlarvas) en el mes de septiembre. Se aplicó la prueba de Kruskal-wallis (valor de  $P= 0.0010$ ) presentándose diferencias significativas entre tallas de organismos y las temporadas (Figura 15).

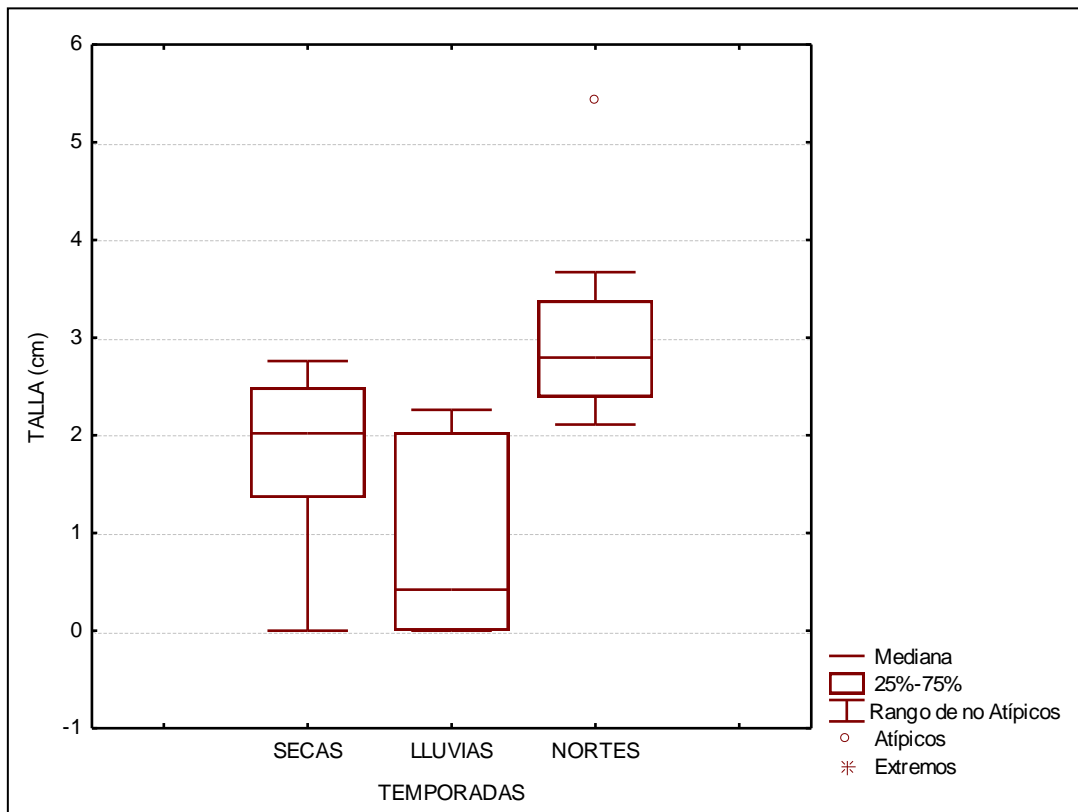


Figura 15. Tallas (cm) de camarones peneidos por Temporada de muestreo.

#### 6.4 Medición de los parámetros físico-químicos del agua (temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto) con la degradación de la hojarasca y la abundancia de peneidos.

Se registraron los parámetros físico-químicos del agua en cada uno de los sitios de muestreo, de acuerdo al análisis de escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS), se observó que, en los sitios 1 y 2 los valores de pH y salinidad fueron muy similares, sin embargo es en el sitio 1 donde se obtuvieron los organismos con las mayores tallas, y en el sitio 2 donde se registra la mayor producción de hojarasca, peso de los organismos,

descomposición en el sitio suelo y valor más alto para el oxígeno disuelto, en el sitio 3 es donde ocurre la mayor abundancia de organismos, temperatura y descomposición de hojarasca en el sitio agua. Las especies de camarones peneidos que fueron identificadas, estuvieron presentes en los tres sitios de muestreo (Figura 16).

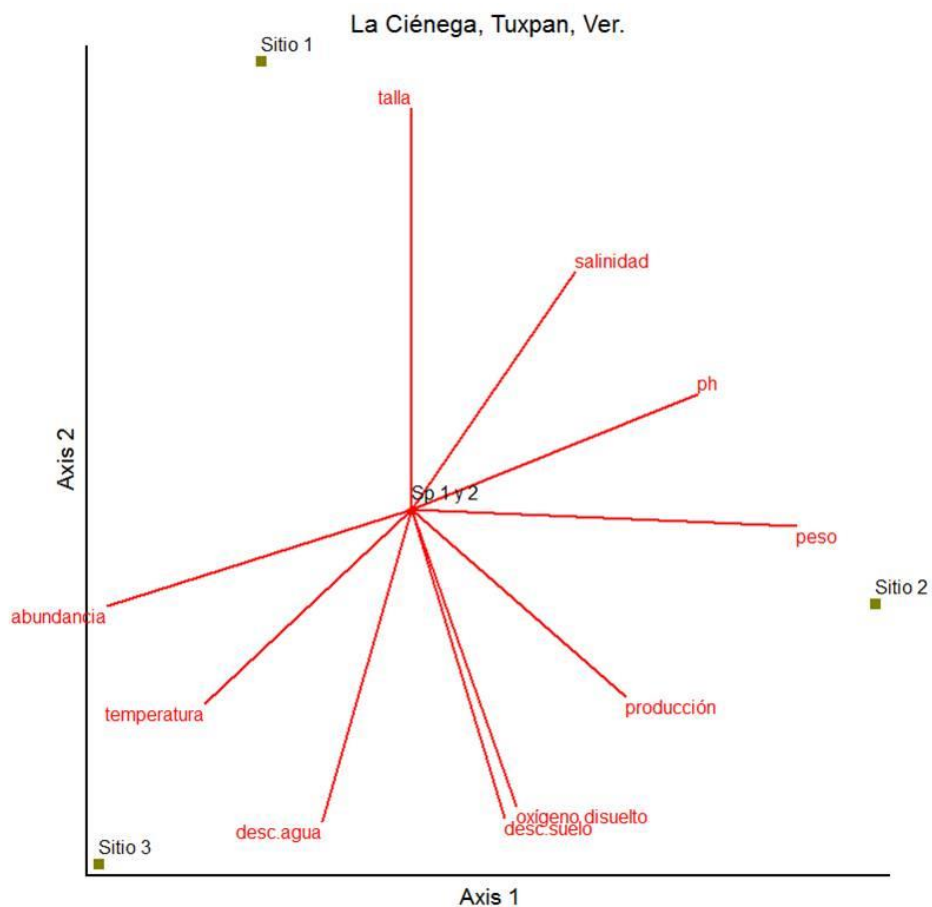


Figura 16. Registró de variables y parámetros físico-químicos.

### 6.5 Producción y descomposición de la hojarasca y abundancia y talla de postlarvas y juveniles de camarón

Para conocer la existencia de correlaciones entre la producción y la descomposición de hojarasca con la abundancia y tallas de postlarvas y juveniles de camarón, se efectuaron correlaciones mediante la Prueba de Spearman. Los resultados de las correlaciones (R) significativas fueron graficadas para ilustrar visualmente el grado de correlación. Se encontró una correlación estadísticamente significativa ( $P=0.0089$ ,  $R= 0.5431$ ) entre la descomposición de la hojarasca en el sitio agua y la abundancia de peneidos (Figura 17), así como también se observó una correlación estadísticamente significativa ( $P= 0.0022$ ,  $R= -0.6048$ ) entre la descomposición de la hojarasca en el sitio agua y la talla de juveniles de 12-70 mm (Figura 18).

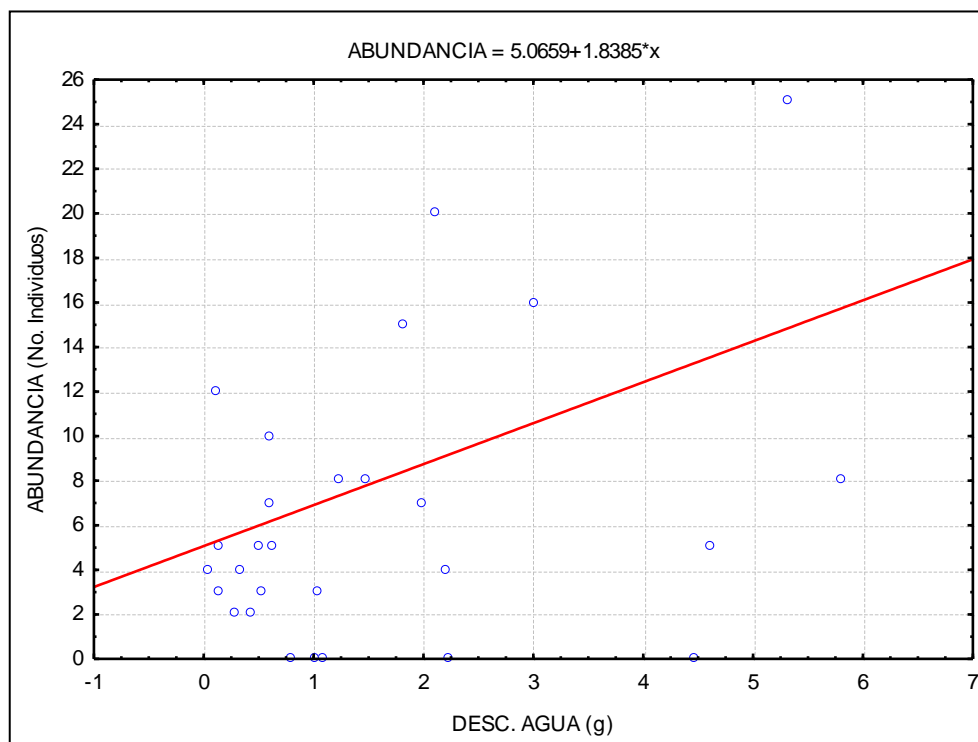


Figura 17. Correlación de Spearman entre descomposición en el sitio agua y abundancia de peneidos. Correlación estadísticamente significativa ( $R=0.5431$ ,  $P =0.0089$ ).

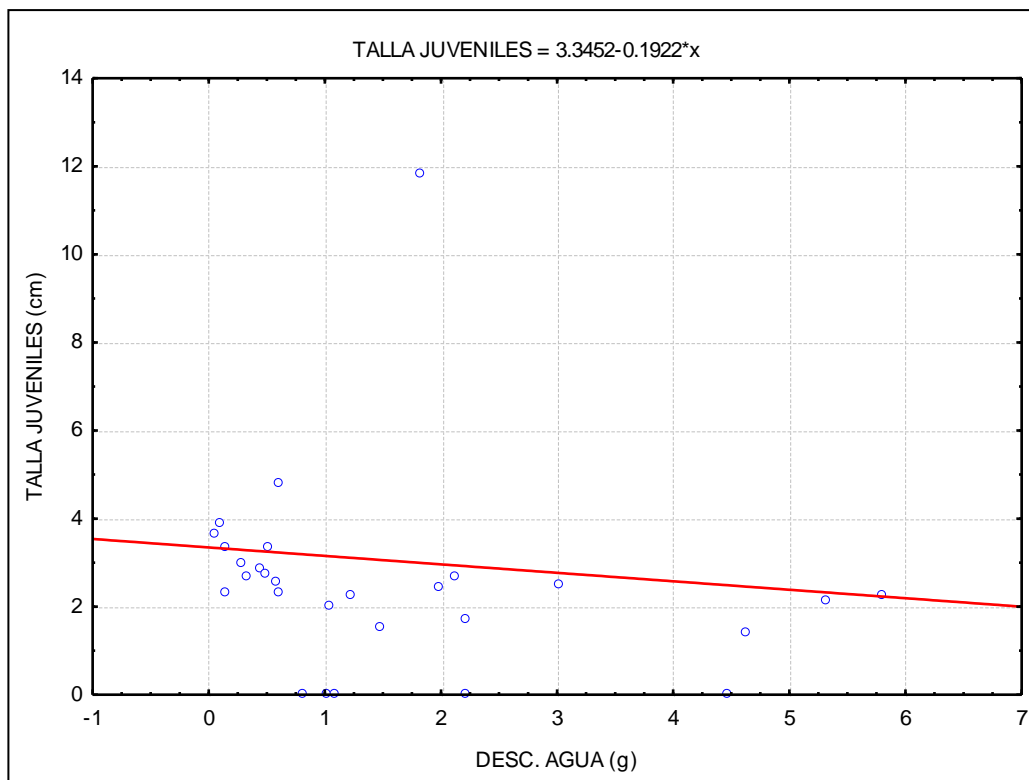


Figura 18. Correlación de Spearman entre descomposición de la hojarasca en sitio agua y talla de juveniles. Correlación estadísticamente significativa ( $R=-0.6048$ ,  $P=0.0022$ ).



## VII. DISCUSIÓN

Debido a las condiciones climáticas que se presentan en el Golfo de México (nortes, lluvias y secas), la dinámica de producción y descomposición de la hojarasca, se presentan variaciones con respecto a las estaciones climáticas (Ake-Castillo, 2006). De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se presentaron diferencias significativas entre las temporadas climáticas analizadas, registrándose en temporada de lluvias, los valores más altos de producción. Resultados similares a los del presente trabajo, fueron los obtenidos por Félix-Pico *et al.* (2006), Querales *et al.* (2011) y Rodríguez *et al.* (2012), estos autores coinciden que la mayor producción de hojarasca se presenta durante los meses correspondientes a la temporadas de lluvias. Contrario a lo reportado por Ake-Castillo (2006) para *Rhizophora mangle* y Martínez-Ballesteros *et al.* (2012) para *Avicennia germinans* quienes reportan un patrón de producción más alto en temporada de secas, sin embargo, en este último trabajo no se encontraron diferencias significativas entre las temporadas climáticas analizadas (lluvias y secas).

Félix-Pico *et al.* (2006) reportan resultados similares a los del presente trabajo, encontrando que la mayor producción de hojarasca en el Estero de Conchalito ocurre en la época de lluvias, señalando que influyen factores como las elevadas temperaturas de verano, que existe mayor irradiación solar, al efecto

del viento y mayor transporte de nutrientes de origen terrígeno. Mientras Zaldívar *et al.* (2014) señalan que factores ambientales como la salinidad del suelo, descargas de aguas subterráneas, tormentas y la variabilidad de estos con respecto al patrón climático de la región son de importancia en la estructura de la vegetación y en la producción de hojarasca.

De acuerdo a las temporadas climáticas analizadas en el presente trabajo, se observó que la producción de hojarasca se presenta de manera continua durante todo el periodo de estudio, encontrando que esta cambia en función de los sitios de muestreo y las temporadas climáticas analizadas, registrándose una variación estacional, con un pico alto de producción de hojarasca durante la temporada de lluvias. López-Portillo y Ezcurra (2002) señalan que la producción de hojarasca de los manglares (todas las partes vegetales que se desprenden del árbol), se presenta a lo largo de todo el año, sin embargo, la caída de hojarasca tiende a concentrarse en estaciones determinadas. La producción de hojarasca en los manglares es constante durante todo el año, mas no la cantidad pues esta es una característica aleatoria que resulta de los factores asociados con los cambios en el entorno físico o químico, como son la radiación solar, la temperatura, el drenaje, el tipo de suelo, la fuerza del viento, el grado de inundación de las mareas, la concentración de nutrientes, la concentración de oxígeno y el pH (Twilley y Day, 1999).

En este trabajo también se presentaron diferencias significativas entre la interacción sitio y especie, de acuerdo a la producción mensual para cada una

de las especies estudiadas, *Rhizophora mangle* fue la especie que registró la mayor producción de hojarasca, seguida de *Avicennia germinans* y la especie que resultó ser menos productiva fue *Laguncularia racemosa*. Resultados similares a los registrados en el presente trabajo, fueron los obtenidos por García–Hansen *et al.* (2002), quienes estudiaron la producción de hojarasca para *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, en la Isla de San Andrés en el Caribe Colombiano, ellos encontraron que *Rhizophora mangle*, fue la especie que presentó los valores más altos de producción, señalando que la producción de hojas de *R. mangle* es claramente estacional, ya que aumenta considerablemente en periodos lluviosos y de baja salinidad.

En este trabajo se presentaron diferencias significativas en la interacción sitio de muestreo x temporadas, siendo el sitio 2 el más productivo en la temporada de lluvias. Mendoza-Morales *et al.* (2015) analizaron los datos de producción de hojarasca para las especies de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, encontrando patrones diferentes de producción para las distintas especies y diferencias significativas entre las zonas de estudio, las cuales son el resultado de las variables abióticas del sustrato que se correlacionan con diferencias en la composición de las especies del manglar.

Para estudiar la descomposición de la hojarasca del manglar en los sitios de muestreo agua y suelo, fueron mezcladas con base en la proporción representativa de las especies de manglar (*Rhizophora mangle*, *Avicennia*

*germinans* y *Laguncularia*), que se encontraron presentes en La Ciénega. Ashton *et al.* (1999) observaron que el aumento de la diversidad de la hojarasca, al mezclar hojas de diferentes especies en bolsas de descomposición, no tuvo efecto sobre la velocidad de descomposición de la hojarasca para las especies de *R. apiculata*, *R. mucronata*, *B. parviflora* y *S. alba*. Sin embargo, Galeano *et al.* (2010) observaron que el proceso de descomposición para las especies de *R. mangle* y *A. germinans*, está determinado, primero por el lavado de materiales solubles, segundo por la colonización de bacterias y hongos para *A. germinans* y la intervención de macroinvertebrados como cangrejos para *R. mangle*, que contribuyen al rompimiento de tejidos vegetales que posteriormente se degradan con mayor facilidad.

Fue evaluada la descomposición de la hojarasca del manglar en dos sitios de muestreo: bolsas de hojarasca sumergidas en el cuerpo de agua y bolsas de hojarasca en la superficie del manglar, donde se observaron diferencias significativas para ambos tratamientos, registrando una mayor velocidad de descomposición durante los dos primeros meses de muestreo, hecho similar al descrito por Sierra y Rozo *et al.* (2009), Galeano *et al.* (2010) y Querales *et al.* (2012). Mientras que Stela y Bandeira (2009), encontraron que el tiempo requerido para perder la mitad del peso inicial de la hojarasca sumergida en bolsas de descomposición para *Avicennia marina* fue de 96 días en temporada de seca y 78 días durante la temporada húmeda, mientras que para *Rhizophora mucronata* fue de 151 días en la estación seca y 476 días en la estación lluviosa.

En todos los sistemas evaluados la velocidad de descomposición es rápida en las etapas iniciales y posteriormente el proceso se reduce gradualmente con el transcurrir del tiempo (Bonilla *et al.*, 2008). Todos los tratamientos a partir de la sexta semana de experimentación, tienden a disminuir la velocidad de descomposición y a nivelar el porcentaje de biomasa degradada (Sierra y Rozo *et al.*, 2009). Las especies vegetales con un mayor contenido de materiales recalcitrantes como lignina o altos valores de C/N, su descomposición será más lenta que los materiales vegetales con una concentración inicial menor (Day, 1982; Wieder y Lang 1982, y Tam *et al.*, 1998). Los factores que influyen en la velocidad de descomposición pueden ser a través de un cambio en las proporciones relativas de fracciones lábiles a recalcitrantes, cuyas tasas de descomposición respectivas son bastante constantes a un régimen de temperatura y humedad dado. Así, en un ambiente uniforme, el proceso por el cual ocurre la descomposición puede ser muy similar en una gran variedad de especies vegetales, a pesar de las diferencias considerables en las tasas de descomposición general (Hunt, 1977).

En el presente trabajo se observó que los principales factores que influyeron en la descomposición de la hojarasca de La Ciénega fueron, el tiempo transcurrido y el tipo de sustrato en el cual se encontraron presentes las bolsas de descomposición, así como la interacción que se presentó entre ambos factores. La diferencia que se presenta en la pérdida de biomasa entre sitios (agua-suelo), es el resultado de las diferencias que controlan los sitios de muestreo (Middleton y Mckee, 2001). Mientras que la velocidad de descomposición de la

hojarasca, depende en gran parte del lugar donde caen las hojas, si el manglar está inundado, la degradación es más rápida, de lo contrario las hojas se degradan más lentamente (Orihuela *et al.*, 2004).

La descomposición de la hojarasca, varía significativamente entre especies, según la anatomía y composición química de las hojas y del lugar donde se encuentran presentes (Tam *et al.*, 1998). El proceso de descomposición en un cuerpo de agua, se inicia con el lixiviado de la hojarasca, mediante el cual se extraen de los compuestos solubles, seguido del ataque y colonización por parte de bacterias y hongos, el consumo por parte de macrodetritívoros y la degradación del material vegetal por la acción conjunta de las fuerzas físicas que componen el ecosistema (Raulerson, 2004). El impacto físico de la marea en las hojas puede causar fragmentación y así aumentar la pérdida de peso (Ashton *et al.*, 1999).

La hojarasca que cae al agua, se encuentra en un ambiente de constante inundación, lo que favorece el lavado de los compuestos solubles, se mantienen las condiciones de humedad y temperatura, que aceleran el proceso de descomposición, a diferencia de las hojas que caen en la superficie del manglar, donde la velocidad de descomposición es menor, debido a que las condiciones de humedad, solo se presentan con el aumento de las mareas o las altas precipitaciones, lo que conlleva a una mayor fluctuación en la temperatura y el grado de inundación reflejado en un bajo desarrollo de la flora bacteriana (Midleton y Mckee, 2001).

Un hecho similar al reportado por Sierra y Rozo *et al.* (2009), fue encontrar cangrejos de tamaño pequeño dentro de las bolsas que se encontraban en el suelo del manglar, cuando fueron colectadas, lo cual tuvo un efecto notable sobre la descomposición de la hojarasca contenida dentro de las bolsas de descomposición. Cabe señalar que este hecho no se presentó de manera continua pero si influyo en la acelerada perdida de biomasa para algunas bolsas de descomposición. Los macroinvertebrados detritívoros han demostrado tener un impacto significativo en la de gradación *in situ* de las hojas en los bosques de manglares en las costas Este y Oeste de Florida, en este estudio se demostró que pueden eliminar de 3 a 200 g de biomasa foliar m<sup>2</sup>/año, encontrando un orden de preferencia para las hojas en estos sistemas *A. germinans* >*L. racemosa*> *R. mangle*, de esta manera afectan el ciclo de descomposición de la hojarasca en el manglar (Raulerson, 2004).

Los cangrejos forrajean selectivamente las hojas caídas, la selección de hojarasca se restringe a ciertas especies, las cuales reubican en sus cuevas que pueden extenderse de 15 a 150 cm de profundidad, donde se han encontrado hasta 11.75 g/peso seco de hojarasca, cantidad 2.5 veces mayor que la colectada en trampas de hojarasca de un metro cuadrado (Sherman, 2003). La presencia y abundancia de macroinvertebrados como cangrejos, también acelera el rompimiento de los tejidos por el consumo directo de las hojas, aproximadamente tres veces más que la ocasionada por la descomposición microbiana (Middleton y Mckee, 2001).

Se analizaron los datos de abundancia y talla de postlarvas y juveniles para las especies de *Farfantepenaeus Aztecus* y *Litopenaeus setiferus*, donde se presentaron diferencias significativas entre la abundancia y los sitios de muestreo, siendo en el mes de marzo en el sitio 3 donde se registra la mayor captura de organismos, *F. aztecus* fue la especie más abundante. En un estudio realizado en la laguna Madre en Tamaulipas se observó que existe una diferencia temporal mensual entre las abundancias de cada una de las especies de camarones, se distingue que la presencia de las diferentes especies es alternada en diferentes periodos del año, de este modo, el camarón café (*F. aztecus*) registro sus valores más altos de abundancia durante abril-mayo, mientras que el camarón blanco (*L. setiferus*) presento sus valores más altos en septiembre y julio (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2008).

La presencia de una gran cantidad de individuos de diferentes estadios de su ciclo de vida en los estuarios y manglares en las zonas tropicales se encuentra relacionada con los cambios climáticos entre las épocas de lluvias y nortes, cuando se presentan los valores más altos de productividad primaria en las aguas cercanas a la desembocadura de los ríos, interperiodo en el cual se da un incremento en la diversidad y aumento de organismos de tallas pequeñas, contrario a lo que sucede en febrero, época de seca, donde la diversidad disminuye y aumentan las tallas grandes y la biomasa (Yañez-Arancibia y Lara Domínguez, 1999). Lo cual coincide con el presente trabajo, donde la mayor captura de organismos se presentó en el mes de agosto (periodo de lluvias) con 716 individuos, los cuales en su mayoría se encontraban en el estadio de



mysis, por lo cual no fueron considerados, solo se tomaron en cuenta los que presentaron tallas de 5-70mm, (postlarvas y juveniles).

El desove de los camarones ocurre en mayo o en menor intensidad durante todo el año, de manera que la presencia de juveniles en los manglares y estuarios es permanente y de importancia para la zona costera principal (D'Croz y Kwiecinski, 1980). En este trabajo el periodo de desove se presentó durante los meses de junio y julio (meses de veda para las lagunas), sin embargo, en el mes de agosto aún se encontraron especies de tallas muy pequeñas (mysis), por lo cual se sugiere hacer más extensivo el periodo de vedas para las lagunas de Veracruz, registrándose durante todo el periodo de estudio la presencia de organismos en etapas de postlarvas y juveniles.

Los camarones son recursos importantes en las lagunas costeras porque utilizan el ecosistema para su desarrollo, la abundancia parece ser principalmente afectada por variaciones que resulten de los factores ambientales (Gutiérrez *et al.*, 2016). Mientras que las fuerzas del viento, son importantes para el éxito del reclutamiento de diferentes especies de peces y crustáceos, entre ellos incluidos los camarones peneidos, en la medida que generan corrientes hacia la costa. Las mareas juegan un papel importante para la entrada de postlarvas, a las áreas de crianza, en especial para el camarón *F. aztecus* (Rogers *et al.*, 1993).

En este trabajo, los mayores promedios de tallas fueron registradas en el mes de diciembre, mientras que después de los meses de veda se presentaron las

tallas más pequeñas, para obtener de manera gradual tallas de postlarvas y juveniles de septiembre a marzo. De acuerdo a los estudios realizados en el Golfo de Montijo (Panamá), podemos concluir que en las zonas de manglar no se encuentran individuos maduros de ninguna especie de camarones, solo se encuentran en fases postlarvales y juveniles o preadultos, por lo que se intuye que su presencia en el manglar está relacionada a la fase de crecimiento, tipo de alimentación y protección (Trejos *et al.*, 2007). Lo cual se pudo corroborar en el presente trabajo encontrando solo un individuo en fase de preadulto con una talla de 9 cm.

En el presente trabajo también se presentaron diferencias significativas entre tallas de organismos y las temporadas, siendo en el mes de diciembre donde se registran las mayores tallas (juveniles) y en el mes de agosto, las tallas más pequeñas (mysis), las cuales no fueron consideradas, pues solo se tomaron en cuenta las tallas de postlarvas y juveniles. Lo cual coincide con lo reportado por Pérez-Castañeda *et al.* (2012) ellos señalan que existen variaciones mensuales significativas para las especies de *F. Aztecus*, *F. dourarum* y *L. setiferus*, observándose una disminución importante en el tamaño de los organismos durante los meses de abril a agosto, mientras que de noviembre a marzo, se capturaron los camarones de mayor talla.

En relación a las postlarvas y juveniles de camarones peneidos se encontró que existe una correlación entre la descomposición de la hojarasca en el sitio agua y la abundancia de postlarvas (5-12 mm) y juveniles (12-70 mm), así como también se encontró correlación entre la descomposición de la hojarasca en el sitio agua y talla de juveniles (12- 17 mm). En la Laguna de Mecoacán,

Tabasco, Torres *et al.* (2015) señalan que se obtuvo una correlación entre la abundancia de postlarvas, juveniles y adultos con los valores máximos de salinidad y descomposición de la hojarasca. Si bien en el presente trabajo no se encontró correlación en organismos con talla de postlarvas, un factor que posiblemente pudo influir, fue la poca presencia de organismos que fueron registrados durante el periodo de estudio.

En el presente trabajo se obtuvo un primer pico de producción de postlarvas y juveniles de camarones peneidos en los meses de marzo, abril y mayo el cual coincide con los 40-50 días de inicio de descomposición de las bolsas, hecho similar al reportado en India por Rajendran y Kathiresan (2006), quienes estudiaron la microbiota asociada en la descomposición de hojas de mangle de *Rhizophora apiculata* y *Avicennia marina*, en relación con los cambios en los niveles de nitrógeno, taninos, y juveniles de camarones peneidos, donde el contenido de taninos disminuyó durante la descomposición de la hojarasca, los niveles de nitrógeno aumentaron después de 30 días, los recuentos microbianos aumentaron con la descomposición de las hojas de mangle y se encontró un mayor número de camarones juveniles asociados con la descomposición de las hojas, con un pico alto entre los 40-50 días, que era similar a la tendencia del nitrógeno total contenida y a los recuentos de microorganismos como azotobacter. Los camarones juveniles mostraron una correlación positiva significativa con el nitrógeno en las hojas en descomposición. Las azotobacterias que enriquecen el nitrógeno en las hojas de mangle en descomposición pueden ser un factor importante para determinar la palatabilidad del detritus para animales detritívoros como los camarones. Por

lo tanto, la importancia ecológica de la hojarasca de manglar para las postlarvas de camarón, puede estar relacionada con el progreso de la descomposición y crecimiento de la microbiota asociada (Gatune, *et al.*, 2014).

En el presente trabajo se presentó un segundo pico de abundancia en el mes de agosto, el cual coincide con la temporada de lluvias, con una mayor abundancia mayor a 700 individuos, los cuales no fueron considerados en el presente estudio por estar en estadio de mysis. Nga, (2005), estudió la producción y descomposición de *Rhizophora apiculata* en rodales de Vietnam de 7, 11, 17 y 24 años, donde encontró que las diferencias en la caída de hojarasca, están directamente relacionados con la edad de los árboles, donde los rodales jóvenes (7 y 11 años), producen una gran cantidad de hojarasca de mayor calidad (N, P), alcanzando su punto máximo durante el período húmedo. Este aporte de nutrientes y materia orgánica a los sistemas acuáticos que rodean los bosques de manglar, es un posible impulso a la producción de camarón y puede estar directamente relacionada a través de la gran cantidad de alimentos de primera calidad o indirectamente a través de algas, hongos y bacterias. El pico de abundancia del camarón coincidió los picos de entrada N y P en el período húmedo, cuando el material derivado de la hojarasca puede ser lavado directamente en los sistemas acuáticos y estar disponible para las redes alimenticias.

## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir lo siguiente:

La producción de hojarasca en La Ciénega, se encuentra representada por tres especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, donde la caída de hojarasca se presenta durante todo el año, sin embargo, suele presentar picos de abundancia en determinadas estaciones del año, en el presente trabajo, se presentó durante la temporada de lluvias. *Rhizophora mangle* fue la especie con mayor producción de hojarasca a lo largo del periodo de estudio, mientras que *Laguncularia racemosa* fue la especie que resulto ser menos productiva.

La descomposición de la hojarasca se presentó de manera más rápida durante los dos primeros meses, para ambos sitios de muestreo (agua y suelo),

seguido de un periodo de lenta descomposición a lo largo del periodo de estudio, donde se sugiere que los factores tiempo y tipo de sustrato (agua-suelo) fueron determinantes en la descomposición de la hojarasca, ya que esta, se presentó de manera más rápida en las bolsas que se mantuvieron sumergidas en el cuerpo de agua.

Los parámetros físico-químicos del agua, en los sitios 1 y 2 se presentaron valores similares de pH y salinidad, en el sitio 1 se registraron las mayores tallas de peneidos, en el sitio 2 la mayor producción de hojarasca, peso de organismos, descomposición en suelo y O.D., para el sitio 3 la mayor abundancia, temperatura y descomposición en agua.

La abundancia de postlarvas y juveniles de camarones peneidos ocurre durante todo el año, sin embargo, en los meses de mayo y agosto se presentaron los picos más altos de abundancia y es en el mes de diciembre donde se registran las mayores tallas de organismos.

Se encontró una correlación estadísticamente significativa entre la abundancia de juveniles y la descomposición en el sitio agua, así como entre la descomposición en el sitio agua y la talla de juveniles

## **IX. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO**

Los estudios sobre los ecosistemas de manglar y su interacción con las comunidades acuáticas tomaron importancia desde que Odum (1970) y Odum y Heald (1972, 1975) establecen la hipótesis de que el material vegetal que se desprende de los manglares (hojas, flores, ramas y propágulos) puede contribuir a la cadena trófica basada en el detritus del manglar hacia las zonas costeras adyacentes. En las costas bordeadas por los manglares se encuentran numerosos organismos marinos, entre ellos algunas especies de camarones, que utilizan los manglares durante etapas juveniles cuando migran a estos ecosistemas para buscar alimento y obtener protección contra depredadores (Heald y Odum, 1970; D’Croz y Kwiecinski, 1980; Lara-Domínguez y Yañez-Arancibia, 1999).

Los organismos que contribuyen a las pesquerías en las zonas de manglar están protegidos por la gran cantidad de raíces de mangle rojo, que les sirve de

refugio y por otra parte, un eficiente e importante flujo de energía que va del manglar hacia la zonas costeras, en formas de detritus orgánicos derivadas de las hojas caídas de los manglares. Se ha establecido que en la mayoría de los estuarios la fuente primaria de alimento proviene del detritus del manglar (D'Cross y Kwiecinski, 1980; Delgado y Stedman 2004).

Esto llevo a estudiar cuantitativamente la producción de la hojarasca, así como a realizar estudios experimentales sobre la dinámica de descomposición de la hojarasca (Flores-Verdugo *et al.*, 1987). La epidermis de las hojas del manglar funciona como alimento de camarones y también se transforma en nutrientes que promueven el crecimiento del fitoplancton. Proceso mediante el cual se inicia la cadena alimenticia de la cual dependen camarones, peces, cangrejos, crustáceos y ostras (Gammage, 1997).

Una forma de establecer el vínculo en la cadena trófica del detritus es a través de un estudio del contenido estomacal de las especies que conforman la comunidad estuariana asociada a los ecosistemas de manglar, en este sentido Gutiérrez y colaboradores (2016), encontraron que la contribución del detritus de los manglares al contenido estomacal del camarón fue de 84%, el cual disminuyo a medida que los organismos se alejaban en dirección al mar, donde los camarones ubicados a 2 km fuera del manglar todavía exhibían una dependencia de 15-25% del carbono del manglar.

Diversos autores han estudiado la relación existente entre los manglares y las pesquerías en sus zonas adyacentes, por ejemplo, Turner (1977) estimó una



pérdida de 800 kg de camarón por hectárea de manglar deforestado, Pauly e Ingles (1986), Yañez-Arancibia *et al.* (1995), Rönnbäck (1999), Sanjurjo y Welsh (2005) y Aburto-Oropeza *et al.* (2008) entre otros, estimaron los volúmenes de captura de las pesquerías que soportan los ecosistemas de manglar, encontrando correlaciones positivas. Los citados autores, también estimaron los valores monetarios de las pesquerías, incluyendo la del camarón.

Se han realizado estudios que establecen las tasas de descomposición de la hojarasca del manglar y la forma en la que se integra a los cuerpos de agua (Flores-Verdugo *et al.*, 1987; Mackey y Smail, 1996; Twilley *et al.*, 1997; Orihuela *et al.*, 2004; Álvarez, 2005; Ake-Castillo, 2006; Sierra-Rozo *et al.*, 2009; Stela y Bandeira, 2009; Galeano *et al.*, 2010; Querales *et al.*, 2012 y Loria, 2014.), pero aún no se establece la relación entre la tasa de descomposición y la abundancia o talla de camarones peneidos. Esto llevo, al presente trabajo a estudiar cuantitativamente la producción y descomposición de la hojarasca y la abundancia y talla de postlarvas y juveniles de dos especies de camarones peneidos, de acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo se resalta la importancia de la protección de las zonas costeras del manglar.

## **XII. RECOMENDACIONES**

Para futuras investigaciones se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Realizar estudios sobre la producción de hojarasca tomando en cuenta los factores como, temperatura, salinidad, estructura del bosque y las condiciones climáticas imperantes.

Para estudios de descomposición de hojarasca se recomienda tomar en cuenta la composición química de las hojas y la participación de organismos acuáticos. Así como también es aconsejable utilizar materiales resistentes para la elaboración de las bolsas (litter bags), ya que en algunas ocasiones los cangrejos pueden llegar a romperlas e introducirse dentro de ellas.

Es aconsejable poner marcas en el lugar donde se colocaron las bolsas sumergidas dentro del cuerpo de agua (litter bags), ya que con el aumento de la marea se dificulta su colecta, y para las bolsas en suelo estas pueden quedar tapadas por el lodo con el aumento de las mareas y el transcurso del tiempo.

Para la colecta de las postlarvas se recomienda realizar muestreos intensivos durante un periodo más extenso, que logren proporcionar información sobre la variación estacional y la abundancia de especies.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danneman, G., Valdez, V., Murray, J. y Sala, E. 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. Proc. Nat. Acad. Science. 105 (30): 10456-10459.

Ake-Castillo, J. A. 2006. Contribución y efecto de la hojarasca derivada de mangle en la productividad primaria y composición del fitoplancton de una laguna costera. Tesis de doctorado. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz, México.

Aké-Castillo, J. A., Vázquez, G. y López-Portillo, J. 2006. Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a Coastal Lagoon in the Southern Gulf of México. Hydrobiologia 559: 101- 111.

Álvarez, S. 2005. La descomposición de materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano. *Rev. Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*. 14 (2): 17-29.

Ashton, E. C., Hogart, P. J. y Ormond, R. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia*. 413: 77-88.

Bandaranayake, W. M. 1998. Traditional and medicinal uses of Mangroves. *Mangroves and Salt Marshes*. 2: 133-148.

Barreiro-Güemes, M. A. 1999. Aporte de hojarasca y renovación foliar del manglar en un sistema estuarino del Sureste de México. *Rev. Biol. Tropical*. 47(4): 729-737.

Basáñez, M. A. 2006. Ficha informativa de los humedales Ramsar. Oficina de la Convención de Ramsar, 12 p.

Beck, M. W., Heck, K. L., Able, K. W. Childers, D. L., Eggleston, D. B., Gillanders, B. M., Halpern, B., Hays, C. G., Hoshicino, K., Minello, T. J., Orth, R. J., Sheridan, P. F. y Weinstein, M. P. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *Bioscience*. 51 (8): 633-641.

Bernini, E. y Rezende, C. E. 2010. Litterfall in a mangrove in Southeast Brazil. Pan-American Journal of aquatic sciences. 5 (4): 508-519.

Blaber, S. J. y Milton, D. A. 1990. Species composition, community structure and zoogeography of fishes of mangrove estuaries in the Salomón Islands. Marine Biology. 105: 259-267.

Bonilla, R., Roncallo, B., Jimeno, J., y García, T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena sp.*, en Codazzi, Cesar. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Vol, 9, núm. 2. Pp 5.

Calva, B. L. y Torres, A. R. 2000. Distribución de carbohidratos, carbono y nitrógeno orgánico en sedimentos de tres lagunas costeras del Golfo de México. Hidrobiológica, 10(2): 101-114.

Cantera, R. J. 2014. Estuario y manglares. Grupo de Investigación Ecológica de Estuario y Manglares. Universidad del Valle. Cali, Colombia. 59 pp.

Chang, J. C. y Vega, A. J. 2011. Dinámica poblacional de postlarvas y juveniles de camarones de la familia *Penaeidae* en el Golfo de Montijo, Pacífico Panameño. Tecnociencia. 13(2): 47- 56.

Cintrón, G. y Schaeffer-Novelli, Y. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO, Montevideo. 109 pp.

CONABIO. 2009. Manglares de México: Extensión y distribución. 2<sup>a</sup> ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad en México. 99 pp.

Day, P. F. 1982. Litter decomposition rates in the seasonally flooded great dismal swamp. *Ecology*. 63: 670-678.

Day, W. J., Crump. C. B., Kemp, W. M. y Yañez-Arancibia, A. 1989. *Estuarine Ecology*. Jhon Wiley y Sons, Inc. Canadá. 576 pp.

D'Croz, L. y Kwiecinski, B. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. *Rev. Biología Tropical*. 28(1): 13-29.

Delgado, P. y Stedman S. M. 2004. La región del Caribe Estadounidense: humedales y peces, una conexión vital. Administración Nacional de los océanos y la atmosfera (NOAA). Silver Spring, MD USA. 40 pp.

Félix-Pico E., Holguín-Quiñones O., Hernández-Herrera A. y Flores-Verdugo F. 2006. Producción primaria de los mangles del Estero El Conchalito en Bahía de La Paz (Baja california sur, México). *Cien. Mar.* vol 32. núm. 1<sup>a</sup>. 53-63 pp.

Flores-Verdugo, F., Day, J. W. Jr., y Briseño-Dueñas, R. 1987. Structure, litter fall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 35: 83-90.

Flores-Verdugo, F., González-Farías, F., Zamorano, D. S. and Ramírez-García P. 1992. Mangrove ecosystem of the Pacific coast of Mexico: distribution, structure, litterfall and detritus dynamics. *En: Coastal Plant Communities of Latin America*. U. Seeliger (ed.) Academic Press. 17: 269-288.

Galeano, G. E., Mancera, P. J. y Medina, C. J. 2010. Efecto del sustrato sobre la descomposición de la hojarasca en tres especies de mangle en la Reserva de Biosfera Seaflower, Caribe Colombiano. *Caldasia*, 32(2) 411-424.

Gammage, S. 1997. Estimating the returns to mangrove conversion: Sustainable Management or Short Term Gain. International Institute for Environmental and Development (IIED), London Environmental Economic Programs (LEEP) Discussion paper. Londres. DP 97-02.

García-Hansen, I., Gaviria-Chiquazuque, J. F., Prada-Triana, M. y Álvarez – León, R. 2002. Producción de hojarasca de los manglares de la Isla de San Andrés, Caribe Colombiano. *Rev. Biol. Trop.* 50 (1): 273-291.

García, M. E. 1986. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 155 p.

Gatune, C. W., Vanreusel, A., Ruwa, R., Bossier, P. y De Troch, M. 2014. Fatty acid profiling reveals a Trophic link between mangrove leaf litter biofilms and

the post-larvae of giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. Aquaculture environment interactions. 6: 1-10.

Gattuso, J. P., Frankignoulle, M. y Wollast, R. 1998. Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 29: 405-434.

Grimaldi, C. S. 2012. Productividad primaria y retorno de nutrientes al ecosistema de manglar de las Islas colindantes al canal el Zapatero, Área Natural protegida Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador. El Salvador.

Gutiérrez, C. S., Ponce-Palafox, J.T., Pineda-Jaimes, N. B., Arenas-Fuentes, V., Arredondo-Figueroa, J.L. y Cifuentes-Lemus, J. L. 2016. The feeding ecology of penaeid shrimp in tropical lagoon-estuarine systems. Gayana 80(1): 16-28.

Heald, E. y Odum, W. E. 1970. The contribution of mangrove swamps to Florida fisheries. Gulf Caribb. Fish Inst., 130-135 pp.

Holguín, G. y Bashan, Y. 2007. La importancia de los manglares y su microbiología para el sostenimiento de las pesquerías costeras. pp. 239-253. *En: Microbiología agrícola: hongos, bacterias, micro y macrofauna, control biológico, planta-organismo.* Ferrera-Cerrato, R. y Alarcón, A. (eds.).Ed. Trillas, México. 239-253 pp.



Hunt, H.W. 1977. A simulation model for decomposition in grasslands. *Ecology*. 58: 469-484.

Lara-Domínguez, A. L. y Yañez Arancibia, 1999. Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. pp. 153-166. *En: Ecosistemas de manglar en América tropical*. Yañez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A. L. (Eds.). Instituto de ecología A.C. México UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.

Lee, S. Y. 2008. Mangrove macrobenthos: Assemblages, services, and linkages. *Journal of Sea research*. 59:16-29.

López-Portillo, J. y Ezcurra, E. 2002. Los manglares de México: una revisión. *Madera y Bosques (Núm. esp.)* 27-51.

Loria, N. M. 2014. Descomposición de la hojarasca de *Rhizophora racemosa* en el manglar de Estero Caballo y Boca Nueva, Humedal Nacional Terraba Sierpe Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica. 60 pp.

Mackey, A. P. y Smail, G. 1996. The decomposition of mangrove litter in a subtropical mangrove forest. *Hydrobiologia* 332: 93–98.

Mancera, P. J. E. 2003. The contribution of mangrove outwelling to coastal food webs as a function of enviromental settings. Tesis de doctorado. Universidad de Lousiana at Lafayette, Lafayette, E.E. U.U. 8 pp.

Manson, F. J., Loneragan N. R. Harch B. D., Skilleter G.A. y Williams L. 2005. A broad scale analysis of links between coastal fisheries production and mangrove extent: A case study for northeastern Australia. *Fisheries Research*: 69-85.

Martínez-Ballesteros, A. J., Plaza-Rodríguez C. M. y Guevara G. 2014. Aporte de hojarasca del mangle negro (*Avicennia germinans* L.) en el Caribe Colombiano). *Rev. Luna Azul*. 38: 218-230.

Mendoza-Díaz, F. 2010. Determinación de metales pesados, Cd, Cr, Cu y Pb en *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) colectados en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana, México.

Mendoza-Morales, A., González-Sansón, G. y Aguilar-Betancourt, C. 2015. Producción espacial y temporal de hojarasca del manglar en la Laguna Barra Navidad, Jalisco, México. *Rev. Biol. Trop.* 64(1):259-273.

Midleton, B.A. y Mckee K. I. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. *Journey Ecology* 89: 818-828.

Nagelkerken, I., Blaber, S., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L., Meynecke, J., Paulik, J., Enrose, H., Sasekumar, A. y Somerfield, P. 2008. The

habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany* 89: 155-185.

Nga, B. T., Tinh, H. Q., Tam, D. T., Scheffer, M. y Roijackers. 2005. Young mangrove stands produce a large high quality litter input to aquatic systems. *Springer*, 13:569-576.

Odum, W. E. 1970. Utilization of the direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *Mugil cephalus*. pp: 222-240. En J.H. Steele (Ed.) *Marine food chains*. Univ. Calif. Press, Berkely.

Odum, W. E. y Heald, E. J. 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. *Bull Mar. Sci.* 22: 671-738.

Odum, W. E. y Heald, E. J. 1975. The detritus based food web of an estuarine mangrove community. pp: 265-286. En Cronin L. (Ed.) *Estuarine Research*, Academic Press Inc., New York.

Ochoa, G. J. 2014. Estructura y productividad del manglar de Balandra, BCS, México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 55 p.

Orihuela, B. E., Tovilla, H. C., Vester. H. F. y Álvarez, L. T. 2004. Flujo de materia en un manglar de la costa de Chiapas, México. *Madera y Bosques*. Núm. esp. 2:45- 61.

Pauly, D. and Ingles, J. 1999. The relationship between shrimp yields and intertidal vegetation (mangrove) areas: A reassessment. pp. 311-318. En Yañez-Arancibia y Lara-Domínguez, A. L. (Eds.) Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.

Pérez-Castañeda, R., Vázquez-Sauceda M., Sánchez-Martínez J. y González-Saldaña J. 2012. Estructura poblacional de los camarones peneidos en dos zonas pesqueras de la Laguna Madre, Tamaulipas. Rev. Ciencia y Mar, XVI (48):25-30.

Querales, Y., Barboza, F., Briceño, J. y Medina, E. 2011. Producción de hojarasca de *Rhizophora mangle* en el manglar de Punta Capitán Chico, Estado Zulia-Venezuela. Boletín del centro de investigaciones biológicas. 45 (2): 181-194.

Querales, T., Barboza, F., Briceño, J. y Medina, E. 2012. Descomposición de material foliar de *Rhizophora mangle* en el manglar de Punta Capitán Chico, estado Zulia, Venezuela. Boletín del centro de investigaciones biológicas. 46 (1) 19–31.

Rajendran, N. y Kathiresan, K. 2007. Microbial flora associated with submerged mangrove leaf litter in India. Rev. Biol. Trop. 55(2): 393-400.

Raulerson, G. E. 2004. Leaf litter processing by macrodetritivores in natural and restored neotropical mangrove forest. Tesis doctoral. University of Kentucky.

Ringo, R. D. y Zamora Jr., G. 1968. A peneid postlarval character of taxonomic value. Bureau of commercial Fisheries biological laboratory, Galveston, Texas. Bull. Mar. Science. 18(2):471-476.

Rivera, V. R., Soto, P. L., Núñez, C. C., De Jung, B., Hernández, R. G. y Ordoñez, D. J. 2013. Producción y tasa de descomposición de hojarasca en acahuales de selva caducifolia en Chiapas. Rev. Mex. Cien. For. Vol. 20. Núm. 4. 30 pp.

Rodríguez, E., Chang, J. y Goti, I. 2012. Productividad primaria del manglar de *Rhizophora mangle* L. en el canal estuarino de Isla de Cañas, Provincia de los Santos, República de Panamá. Tecnociencia. 14(2): 85-99.

Rogers, D.R., Herke, W. y Blanchet, H. 1993. Recruit of postlarvas y juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. Est. Coast. Shelf Sci. 36: 377-394.

Rönback, P. 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. Ecological Economics. 29: 235-252.

Sánchez, N. L. 1994. Influencia cualitativa y cuantitativa de los factores climáticos que inciden en la salinidad y temperatura del agua de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Maestría. UNAM. México.

Sanjurjo, R. E. and Welsh, C. S. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. *Gaceta Ecológica*. Núm. 74: 55-68.

Santiago-Castillo, R. 2006. Incidencia postlarval de las especies de camarón del genero *Penaeus*, (*crustacea: decapoda*), en un ciclo anual (abril 2003-abril 2004). Universidad Veracruzana. México.

Sherman, P. M. 2003. Effects of land crabs on leaf litter distributions and accumulations in a mainland tropical rain forest. *Biotropica* 35 (3): 365-374.

Sierra-Rozo, O., Mancera, J. E. y Santos-Martínez, A. 2009. Velocidad de descomposición de la hojarasca en diferentes sustratos de manglar durante la época de lluvias en san Andrés Isla, Caribe Colombiano. *Bol. Inv. Mar. Cost.* 38: 59-84.

Snedaker, S. y Getter, C. 1985. Pautas para el manejo de los recursos costeros. Serie de información sobre recursos renovables. Research Planning Institute. 2: 33-53.

Stela, M. C. y Bandeira, S. O. 2009. Litter fall and decomposition of mangrove species *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* in Maputo Bay, Mozambique. *J. Mar. Sci.* 8(2):173-182.

Tam, N. F., Wong, Y. S., Lan, C. Y. y Wang, L. N. 1998. Litter production and decomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 226: 1-18.

Tomlinson, P.B. 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge Tropical biological series. Cambridge University Press. 413 pp.

Torres, V. J., Barba, E., Infante-Mata, D., Espinoza, A., Sánchez-Martínez S. J., 2015. Dinámica de hojarasca de manglar y abundancia de camarones peneidos en la laguna Mecoacán, Tabasco. *Rev. Mesoamericana*. México. 116 pp.

Trejos, C. N., Vega, A. Smith, O. y Moran, M. 2007. Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería de Panamá. CATHALAC (Centro del agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe. 103 pp.

Turner, E. R. 1977. Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp. *Trans. Am. Fish. Soc.* 106 (5): 411-416.

Twilley, R. R. y Day, J. W. 1999. The productivity and nutrient cycling of mangrove ecosystems, p. 127-152. En Yañez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez

(eds.). Ecosistemas de manglar en América Latina. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, costa rica, NOAA/NMFSS Silver Spring MD USA, 380 P.

Twilley, R. R., Lugo, A. y Zucca, C. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forest in South-West Florida, USA. *Ecology*. 67(3):670-683.

Twilley, R. R., Pozo, M., García, H., Rivera-Monroy, V. H., Zambrano, R. y Boderó, A. 1997. Litter dynamics in riverine mangrove forest in the Guayas River estuary, Ecuador. *Oecologia*. 111: 109-122.

Vanucci, M. 2004. Mangrove management and conservation: present and future. United Nations University Press, Nueva York. 350 pp.

Wafar, S., Untawale, A. G. y Wafar, M. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuarine coastal and shelf Science*. 44: 111-124.

Wakida-Kusunoki, A., García-Solorio, L. y Vázquez-Benavides, N. 2008. Abundancia de juveniles de camarones peneidos comerciales en la zona norte de la Laguna Madre, México. *Hidrobiológica* 18(1): 85-88.

Wang'óndu, W. V., Bosire, O. J., Kairo, G. J., Kinyamario, I. J., Mwaura, B. F., Dahdouh-Guebas, F. y Koedam, N. 2014. Litter fall dynamics of restored Mangroves (*Rhizophora mucronata* Lamk. and *Sonneratia alba* Sm.) en Kenia. *Restoration Ecology*. The journal of the society for ecological restoration. 22 (6): 824-831.



Wieder, R. K. y Lang, G. E. 1982. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*. 63 (6): 1636-1642.

Williams, A. B. 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (*penaeus*) in North Caroline. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.* 9:281-290.

Yañez-Arancibia, A. 1978. Patrones ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades nectónicas en las lagunas costeras del Pacífico de México. *Anales del centro de ciencias del Mar y Limnología* vol.5 (1): 287-306.

Yañez-Arancibia A., Twilley, R. R. y Lara Domínguez A. L. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y bosques*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México. 4(2): 3-19.

Yañez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A. 1999. Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. pp 153-166. En: *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología A.C. México, UICN/ORMA, Costa rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.

Zaldívar, J. A., Herrera S. J., Coronado, M. C. y Alonso, P. D. 2004. Estructura y productividad de los manglares en la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Madera y Bosques*. Núm. esp. 2: 25-35.

# **ANEXOS**

general

datos

	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>may</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>Dic</i>	<i>ene</i>	<i>feb</i>
<b>Producción Hojarasca (grs)</b>													
Peso Húmedo		20.95	24.13	24.45	24.47	56.69	57.87	49.55	49.32	35.89	30.22	19.55	19.1
Peso Seco		15.43	17.35	16.92	19.77	32.94	34.62	37.75	30.18	22.05	16.29	11.29	12.15
<b>Descomposición Peso Seco (grs)</b>													
Suelo	10	5.163	3.622	5.366	4.985	5.499	4.437	2.641	1.266	1.693	1.207	0.324	0.162
Agua	10	5.25	2.901	2.45	2.324	1.581	1.388	1.2	1.026	0.52	0.578	0.255	0.103
<b>Abundancia Todas las Tallas</b>													
<i>P. aztecus</i>		35	1	17			15	0	0	0	11	9	20
<i>P. setiferus</i>		3	6	23			0	8	11	15	5	0	1
<b>Peso Gral. (grs)</b>		33.931	0.38	6.612			2.4453	0.067	1.477	1.969	7.153	1.513	9.905
<b>Talla por Especie (cm)</b>													
<i>P. aztecus</i>		1.722	2.6	2.894			1.093	0	0	0	2.62	0	5.9
<i>P. setiferus</i>		3.266	2.166	1.708			0	0.887	2.2	2.46	4.98	2.466	3.08
<b>Abundancia de Postlarvas y Juveniles por Especie</b>													
post. <i>P. aztecus</i>		13	0	1			13	0	0	0	1	0	0
post. <i>P. setiferus</i>		21	1	16			0	0	0	0	10	9	20
juv. <i>P. aztecus</i>		0	1	4			2	6	0	1	0	0	0
juv. <i>P. setiferus</i>		2	5	19			0	2	11	14	4	0	1
<b>Parámetros Físicoquímicos</b>													
Temperatura °C		27.3	29.2	29.4	30.2	29.8	30.1	30.3	26.5	25.2	27.8	24.8	27.1
Salinidad ups		35	35.3	42	26.3	29.3	38	28	5	4.66	9	24	29
pH		7.07	7.68	7.39	7.34	7.4	7.6	7.4	7.23	7.32	7.43	7.75	7.81
Oxígeno Disuelto		3.03	3.34	2.11	1.96	2.64	3.04	1.43	1.33	1.05	3.72	5.75	4.47

producción, descomposición y abundancia de peneidos.



Cestas colectoras de hojarasca y colecta de hojarasca del manglar.



Pesado y llenado de las bolsas de descomposición.



Bolsas de descomposición sumergidas en el cuerpo de agua (a) y bolsas de descomposición sobre el suelo del manglar (b).



Colecta de camarones peneidos.



Toma de parametros fisico-quimicos.